

GOBIERNO DE CHILE
Comisión Nacional de Riego

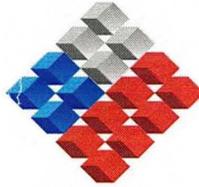


ESTUDIO Y PROPUESTAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS CON MAL DRENAJE EN EL SECTOR BAJO DEL HUASCO



RESUMEN Y CONCLUSIONES

AGOSTO, 2002



GOBIERNO DE CHILE
Comisión Nacional de Riego

ESTUDIO Y PROPUESTAS DE RECUPERACIÓN DE SUELOS CON MAL DRENAJE EN EL SECTOR BAJO DEL HUASCO

RESUMEN Y CONCLUSIONES



AGOSTO, 2002

INDICE DEL ESTUDIO

CAPÍTULO 1	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
1.1	Introducción	1
1.2	Localización	1
CAPÍTULO 2	MARCO DE REFERENCIA	2
2.1	Hipótesis del Estudio.....	2
2.2	Objetivo General del Estudio	2
2.3	Objetivos Específicos del Estudio.....	2
CAPÍTULO 3	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES	5
3.1	Situación Geográfica	5
3.2	Estructura Político Administrativa	5
3.3	Superficie	5
3.4	Hidrografía	5
3.4.1	Descripción General de los Recursos Hídricos	5
3.4.2	Aguas Subterráneas	7
3.4.3	Calidad de Aguas	9
3.4.3.1	Calidad de Aguas Superficiales.....	9
3.4.3.2	Muestreos de Calidad de Agua.....	9
3.4.3.3	Calidad de Aguas Subterráneas.....	10
3.4.3.4	Contaminación de Origen Bacteriológico	10
3.4.4	Infraestructura Hidráulica.....	13
3.4.4.1	Canales de Riego	13
3.4.4.2	Bocatomas	13
3.5	Geomorfología y Estudio de Suelos.....	13
3.5.1	Geomorfología	13
3.5.2	Estudio de Suelos	14
3.5.2.1	Metodología de Trabajo	14
3.5.2.2	Agrupaciones de Suelos	14
3.5.2.3	Superficies de las Series y Fases de Suelo	15
3.5.2.4	Clasificaciones Interpretativas de los Suelos y Superficie de las Fases.....	15
3.6	Características Climáticas y Agroclimáticas.....	15
3.6.1	Caracterización Agroclimática del Valle del Río Huasco.....	18
3.6.2	Distritos Agroclimáticos	18
3.6.3	Características del Clima.....	20
3.7	Características Ecológicas.....	20
3.7.1	Flora y Vegetación	20

3.7.2	Fauna	21
3.7.3	Estado de Conservación de la Biodiversidad	22
3.7.4	Áreas Silvestres Protegidas	22
3.8	Aspectos Poblaciones y Sociales.....	23
3.8.1	Antecedentes Históricos.....	23
3.8.2	Características de la Sociedad y Cultura	23
3.8.3	Población.....	24
3.8.4	Condiciones de Vida de la Población.....	24
3.8.4.1	Vivienda	24
3.8.4.2	Servicios a la Vivienda.....	25
3.8.4.3	Salud.....	25
3.8.4.4	Educación	25
3.8.4.5	Nivel de Vida de la Población.....	26
3.8.5	Tenencia de la Tierra.....	26
3.8.6	Infraestructura de Transporte	27
3.9	Características de la Economía	27
3.9.1	Fuerza de Trabajo.....	27
3.9.2	Sectores Económicos.....	28
3.9.2.1	Indicadores Económicos a Nivel Regional	28
3.9.2.2	Sector Silvoagropecuario	28
3.9.2.3	Sector Pesquero	29
3.9.2.4	Sector Minería.....	29
3.9.2.5	Sector Turismo	30
CAPÍTULO 4	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	31
4.1	Diagnóstico de la Situación Actual	31
4.1.1	Estudio de Suelos	31
4.1.1.1	Calicatas y Muestreo para Análisis de Suelos.....	31
4.1.1.2	Descripción de Calicatas	31
4.1.1.3	Resultados Análisis de Suelos.....	33
4.1.1.4	Salinidad.....	33
4.1.1.5	Reacción de los Suelos	34
4.1.1.6	Caracterización Iónica.....	35
4.1.2	Topografía	35
4.1.3	Áreas de Preservación	36
4.1.4	Situación Medioambiental.....	37
4.1.5	Calidad de Aguas. Monitoreo.....	38
4.1.5.1	Análisis de Calidad de Aguas.....	38
4.1.5.2	Conclusiones	44
4.1.6	Caracterización del Sistema Acuífero	44
4.1.6.1	Funcionamiento Hidrogeológico.....	44
4.1.6.2	Potencia de los Acuíferos	45
4.1.6.3	Características Elásticas	45

4.1.6.4	Movimiento del Flujo Propio de la Napa.....	46
4.1.6.5	Variaciones del Nivel Estático de la Napa.....	46
4.1.6.6	Recarga del Sistema.....	46
4.1.6.7	Antecedentes Existentes de Pozos Profundos.....	47
4.1.6.8	Recomendaciones Estudio Hidrogeológico.....	47
4.1.7	Catastro de la Infraestructura de Canales y Drenes Existentes.....	48
4.1.7.1	Antecedentes Generales.....	48
4.1.7.2	Metodología de Trabajo.....	48
4.1.7.3	Descripción de los Canales.....	49
4.1.7.4	Drenes.....	51
4.1.8	Especies de la Flora y Fauna en Categorías de Conservación.....	52
4.1.9	Adaptabilidad Edafoclimática de las Especies Cultivables.....	53
4.1.9.1	Adaptación de especies cultivables al clima.....	53
4.1.9.2	Adaptación de especies cultivables al suelo.....	54
4.1.9.3	Conclusiones.....	55
4.2	Universo Predial en Estudio y Encuesta Agropecuaria.....	55
4.2.1	Universo Predial del Área de Estudio.....	55
4.2.2	Estratificación Predial.....	56
4.2.3	Selección de Predios Encuestados.....	57
4.2.4	Situación Actual del Área de Estudio a Partir de la Encuesta.....	57
4.2.4.1	Caracterización General de los Aspectos Socioeconómicos, Administrativos y Productivos del Área de Estudio.....	58
4.2.4.2	Nivel de Compromiso con el Proyecto.....	68
4.2.4.3	Restricciones al Desarrollo.....	69
4.2.4.4	Expectativas de Desarrollo Agrícola Frente al Proyecto.....	70
4.3	Identificación y Caracterización de los Casos en Situación Actual.....	71
4.4	Mercados, Comercialización y Precios.....	73
4.4.1	Análisis de Precios.....	73
4.4.1.1	Precios a Valores Privados.....	73
4.4.1.2	Precios a Valores Sociales.....	74
4.4.2	Análisis de Mercados.....	75
4.4.2.1	Mercado Olivícola.....	75
4.4.2.2	Damascos Deshidratados.....	79
4.4.2.3	Higos.....	79
4.4.2.4	Dulce de Membrillo.....	80
4.4.2.5	Hortalizas.....	80
CAPÍTULO 5	ALTERNATIVAS AGROPECUARIAS DE DESARROLLO ...	81
5.1	Evaluación Económica de las Alternativas de Desarrollo.....	81
5.1.1.	Definición y Caracterización de la Situación Actual.....	81
5.1.1.1.	Patrón Productivo para el Año Cero.....	81
5.1.1.2.	Producción para el Año Cero.....	82
5.1.1.3.	Proyección al Universo Predial.....	82

5.1.2.	Definición de la Situación Base y Parámetros Agroeconómicos	83
5.1.2.1.	Producción de la Situación Base	83
5.1.2.2.	Ingresos Brutos de la Situación Base	83
5.1.2.3.	Costos Directos de la Situación Base	83
5.1.2.4.	Costos Indirectos y Gastos Generales de la Situación Base.....	84
5.1.2.5.	Costos de Inversión Intrapredial de la Situación Base	84
5.1.2.6.	Margen Neto de la Situación Base	84
5.1.3.	Definición de la Situación Con Proyecto y Parámetros Agroeconómicos....	84
5.1.3.1.	Análisis de los Rubros Productivos Propuestos	84
5.1.3.2.	Producción de la Situación Con Proyecto	86
5.1.3.3.	Ingresos Brutos de la Situación Con Proyecto	86
5.1.3.4.	Costos Directos de la Situación Con Proyecto.....	86
5.1.3.5.	Costos Indirectos y Gastos Generales de la Situación Con Proyecto	87
5.1.3.6	Costos de Capacitación y Transferencia Tecnológica de la Situación Con Proyecto.....	87
5.1.3.7.	Costos de Asesoría Tecnológica Permanente de la Situación Con Proyecto	
5.1.3.8.	Costos de Inversión Intrapredial de la Situación Con Proyecto.....	87
5.1.3.9.	Margen Neto de la Situación Con Proyecto	88
5.2	Descripción de los Casos en Situación Con Proyecto.....	88
5.3	Requerimientos de Inversión.....	92
5.3.1	Costos de implementación de sistemas de riego	92
5.3.1.1	Sistema de surcos con conducción del tipo californiano.....	92
5.3.1.2	Sistema de riego por goteo	92
5.3.1.3	Sistema de riego por cintas.....	92
5.3.2	Costos de implementación de sistemas de drenaje intrapredial	92
5.3.2.1	Casos 1 y 2	93
5.3.2.2	Casos 3, 4 y 5	93
5.3.2.3	Casos 6, 7 y 8	93
5.3.3	Inversiones en invernaderos	93
5.3.4	Inversiones en Planta para Aceite de Oliva.....	93
5.3.5	Inversiones en Planta para Aceitunas Rellenas.....	95
5.3.6	Inversiones en Planta para Damasco Deshidratado.....	96
5.3.7	Inversiones en Planta para Dulce de Membrillo	96
5.4.	Balance Hídrico.....	97
5.4.1	Antecedentes y Metodología.....	97
5.4.2	Evapotranspiración de Cultivo (Etc), Potencial (Etp) y Coeficiente de Cultivo (Kc).....	97
5.4.3	Demanda Hídrica Neta	98
5.4.4	Requerimientos de Lixiviación	100
5.4.5	Tasa de Riego por Cultivo.....	101
5.4.5.1.	Eficiencia de Riego	102
5.4.5.2	Percolación Profunda	103
5.4.5.3	Tasa de Riego Neta	106
5.4.6	Demandas hídricas brutas, Situación Actual.....	109

5.4.7.	Demandas hídricas brutas, Situación Con Proyecto.....	115
5.4.8	Balance Disponibilidad Hídrica / Demandas de Riego.....	126
5.5.	Fichas Técnicas	128
5.6.	Capacitación, Transferencia y Asesoría Tecnológica Permanente	128
5.6.1.	Etapas de Transferencia Tecnológica	128
5.6.2.	Etapas de Asistencia Técnica Continua	129
CAPÍTULO 6	DISEÑO DE DRENAJE	135
6.1	Estudio de Niveles Freáticos	135
6.1.1	Profundidad del Nivel Freático y Fluctuaciones en el Tiempo	135
6.1.2	Hidrogramas	135
6.1.3	Plano de Equipotenciales o Isohypsas.....	135
6.1.4	Plano de Isoprofundidad.....	136
6.2	Medición de la Conductividad Hidráulica (K).....	137
6.3	Determinación del Eje Hidráulico Río Huasco 4ª Sección	138
6.3.1	Metodología de Trabajo	138
6.3.2	Análisis de los resultados	138
6.4	Diseño del Sistema de Drenaje Intrapredial.....	139
6.4.1	Metodología	139
6.4.2	Resultados	141
6.4.3	Costos Drenaje Intrapredial en Predios Reales	142
6.4.3.1	Predio Rol 145-8, Estrato 2	142
6.4.3.2	Predio Rol 141-6, Estrato 3	143
6.4.3.3	Predio Rol 107-2, Estrato 4	143
6.5	Diseño Sistema de Drenaje Extrapredial.....	143
6.5.1	Alternativa 1 con drenes colectores cerrados.....	145
6.5.1.1	Sector 1, La Cachina	145
6.5.1.2	Sector 2, Los Loros	146
6.5.1.3	Sector 3, Las Tablas – Freirina.....	146
6.5.1.4	Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 1.....	146
6.5.2	Alternativa 2 drenes colectores abiertos.....	146
6.5.2.1	Sector 1, La Cachina	147
6.5.2.2	Sector 2, Los Loros	147
6.5.2.3	Sector 3, Las Tablas – Freirina.....	147
6.5.2.4	Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 2.....	148
6.5.3	Alternativa Propuesta	148
6.5.3.1	Costos a Precios Privados	148
6.5.3.2	Costos a Precios Sociales	149
CAPÍTULO 7	EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	150
7.1	Evaluación Económica.....	150
7.1.1	Análisis Económico de Proyectos Unitarios	150

7.1.2	Análisis Económico del Proyecto Integral	150
7.1.3	Modelo de Integración de los Programas de Desarrollo	150
7.1.4	Adopción de los Programas de Desarrollo	150
7.1.5	Flujos Económicos Proyectados.....	151
7.1.6	Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales	151
7.1.7	Costos de Inversión, Operación y Mantenición en Obras Civiles.....	151
7.1.8	Resultados Económicos.....	152
7.1.9	Análisis de Sensibilidad	155
7.1.9.1	Parámetros Seleccionados para Verificar la Rentabilidad del Proyecto	155
7.1.9.2	Análisis de Resultados de la Evaluación a Valores Privados.....	155
7.1.9.3	Análisis de Resultados de la Evaluación a Valores Sociales	157
7.1.9.4	Conclusiones	158
7.2	Evaluación Financiera	159
7.2.1	Requerimientos de Capital	161
7.2.2	Flujo de Caja Neto.....	163
7.2.3	Conclusiones	163
7.3	Mano de Obra.....	163
7.3.1	Demanda de Mano de Obra Agrícola.....	163
7.3.1.1	Demanda de Mano de Obra Agrícola en Situación Actual Normalizada	163
7.3.1.2	Demanda de Mano de Obra en Situación Con Proyecto	164
7.3.2	Oferta de Mano de Obra.....	164
7.3.3	Balance de Mano de Obra	165
7.3.4	Conclusiones	165
7.3.4.1	Situación Actual Normalizada	165
7.3.4.2	Situación Con Proyecto	165

CAPÍTULO 8 ORGANIZACIÓN DE USUARIOS EN COMUNIDAD DE DRENANTES..... 166

8.1	Introducción	166
8.2	Antecedentes Generales	166
8.3	Normas Jurídicas Generales y Antecedentes Básicos.....	167
8.3.1	Reseña histórica de la Legislación de Aguas Terrestres en Chile.....	167
8.3.2	El Medio Ambiente y el Recurso Hídrico	168
8.3.3	Código de Aguas	168
8.3.4	Dominio de las Aguas	169
8.3.4.1	Derecho de Aprovechamiento de Aguas.....	169
8.3.4.1.1	Distribución de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas	169
8.3.4.1.2	Proceso de Adquisición de Derechos de Agua por Sucesión.....	170
8.3.4.1.3	Proceso de Adquisición de Derechos de Agua por Tradición.....	170
8.3.4.1.4	Proceso de Adquisición de Derechos de Agua en Forma Originaria.....	170
8.3.4.1.5	Proceso de Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas.....	171
8.3.4.1.6	Proceso de Traslado del Ejercicio de Aprovechamiento de Aguas.....	171

8.3.4.1.7	Otros Procedimientos Legales Relacionados con los Derechos de	172
	Aprovechamiento de Aguas	172
8.4	Organizaciones de Usuarios de Aguas	173
8.4.1	Comunidades de Aguas	173
8.4.2	Asociaciones de Canalistas	173
8.4.3	Juntas de Vigilancia	174
8.4.4	Comunidades de Obras de Drenaje	175
8.5	Estado Actual de las Organizaciones de Usuarios en el Área de Estudio.....	176
8.6	Metodología de Trabajo de la Comunidad de Drenantes	176
8.6.1	Reuniones con los Beneficiarios de la Obra de Drenaje y Elección de Líderes	177
8.6.2	Bases para la Constitución en Comunidad de Drenantes	178
8.6.3	Responsabilidades del Directorio de la Comunidad de Drenantes	179
8.6.4	Conclusiones	179
CAPÍTULO 9	PARCELA MODELO	180
9.1	Ubicación del Ensayo	180
9.2	Selección de Parcelas Modelo	180
9.3	Patrón Productivo	180
9.4	Esquema de las Parcelas Modelo	181
9.4.1	Pozos de Observación	181
9.5	Diseño Estadístico	181
9.6	Seguimiento y Evaluación	181
CAPÍTULO 10	ANÁLISIS AMBIENTAL	183
10.1	Tipo de Proyecto o Actividad	183
10.2	Zona de conservación	183
10.3	Consideraciones Ambientales que Justifiquen su Ingreso al SEIA y Forma de Presentación	184
10.4	Justificación de Ingreso al SEIA	185
10.5	Legislación Ambiental Aplicable al Proyecto	186
10.5.1	Normativa General	186
10.5.2	Normativa Ambiental Específica	186
10.6	Permisos Ambientales Sectoriales	189
10.7	Evaluación de impacto ambiental	189
10.7.1	Identificación, descripción y clasificación de impactos ambientales.....	190
10.7.2	Componentes ambientales	191
10.7.3	Descripción de los componentes ambientales y sus impactos	191
10.7.3.1	Medio físico	192
10.7.3.2	Medio biótico	194
10.7.3.3	Medio antrópico	196
10.7.3.4	Paisaje	197
10.7.4	Acciones sobre el medio ambiente	197

10.7.5	Identificación de los impactos.....	197
10.7.5.1	Etapa de construcción.....	198
10.7.5.2	Etapa de operación	200
10.7.5.3	Proyecto de desarrollo	201
10.7.6	Calificación de los impactos	203
10.8	Medidas de control y gestión ambiental.....	210
10.8.1	Consideraciones generales	210
10.8.2	Plan de medidas de mitigación.....	210
10.8.3	Plan de medidas de reparación	210
10.8.4	Plan de medidas de compensación	211
10.8.5	Medidas propuestas	211
10.8.6	Seguimiento ambiental.....	213
CAPÍTULO 11	REGISTRO AUDIOVISUAL DEL PROYECTO	214
11.1	Registro Fotográfico.....	214
11.2	Video	214

3.4.3 Calidad de las Aguas

3.4.3.1 Calidad de Aguas Superficiales

De acuerdo a los antecedentes disponibles para la cuenca del Río Huasco, la Dirección General de Aguas posee estaciones de muestreo de calidad del agua superficial de carácter permanente, de carácter eventual, una de carácter ocasional y otra sin identificación.

3.4.3.2 Muestreos de Calidad de Agua

Estudio SGS

El análisis de la información recopilada en la campaña de monitoreo indicó que a partir de Santa Juana y hasta su desembocadura, el uso de las aguas es más limitado, debido a los aumentos progresivos de la carga salina disuelta, hasta alcanzar valores CE promedios cercanos a 3,0 dS/m. En este tramo, la concentración de sulfatos y cloruros tiende a mantenerse por encima del máximo tolerable para riego.

Se observa que para el boro, en todos los sitios, el máximo absoluto registrado excede claramente el umbral de tolerancia (0,75 mg/L). Al analizar los promedios, es posible dividir la cuenca en dos tramos: el río El Carmen, con concentraciones bajo la norma, y los ríos El Tránsito y Huasco, con valores sobre la norma (NCh 1333).

Aunque el número de observaciones es bajo, los pozos analizados indicaron que estas aguas contienen menos boro que las superficiales.

La concentración de fluoruros es relativamente baja y prácticamente constante desde el nacimiento de los ríos hasta su desembocadura.

La concentración de nitratos en el agua estuvo por debajo del umbral máximo de la NCh 409. Sin embargo, en el río Huasco, bajo el puente de la ruta 5-N, se obtuvo un registro de un valor máximo, ligeramente bajo el umbral de la norma pero hacia el tramo inferior del río, la concentración de nitratos tiende a disminuir sustancialmente aguas abajo.

Los contenidos de nitrógeno total, que involucra todas las formas de nitrógeno presentes en el agua (minerales y orgánicas) corroboraron el hecho mencionado en la determinación de los nitratos, es decir, que las aguas servidas son la principal fuente antrópica de enriquecimiento en nitrógeno de estas aguas. Esto también fue válido para el caso del fósforo total, donde la influencia de las aguas servidas fue aún más clara sobre el contenido basal del elemento en las aguas de la cuenca.

Con respecto a los microelementos, el arsénico presentó concentraciones bajo el umbral permitido por la NCh 409 y 1333.

En el caso del manganeso, éste presentó contenidos excesivos, para aguas de consumo humano en el tramo del río Huasco, a partir de Vallenar, y para agua de riego, a partir de Maitencillo.

El plomo tendió a exceder el umbral máximo para aguas de consumo humano en las aguas de pozo, especialmente en la de Huasco Bajo.

Los antecedentes analíticos sobre arsénico, cobre, mercurio, selenio, níquel, litio, manganeso, molibdeno, cinc y otros, permitieron concluir que, para la cuenca del Huasco, las aguas servidas no aportan contenidos elementales adicionales a los escasos contenidos, reflejando así el nulo nivel de industrialización de la cuenca.

Estudio CONIC-BF

En el Estudio de Manejo Integral de Recursos Hídricos a nivel de Cuencas, Cuenca de Río Huasco, CONIC-BF (1997), se realizó el muestreo del agua considerando para el análisis de calidad, los parámetros químicos, físicos y bacteriológicos, definidos por la norma que rige la calidad de las aguas para uso potable NCh 409 y riego NCh 1333.

En el cuadro N° 3.2 se presenta, por un lado, los resultados obtenidos para cada punto de muestreo considerado, y por otro, los valores permisibles definidos por la NCh 409 y 1333 para cada parámetro de calidad correspondiente.

3.4.3.3 Calidad de Aguas Subterráneas

En relación a la calidad de las aguas subterráneas, se consultaron los antecedentes disponibles en el estudio de CEDEC (1985) y, en el estudio realizado por Álamos y Peralta (1987). Adicionalmente, se consideró los resultados de muestreos realizados, en los años 1994 y 1996, por el Laboratorio Ambiental del Dpto. de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos de la DGA. Estos datos se presentan en el Cuadro N° 3.3

3.4.3.4 Contaminación de Origen Bacteriológico

De acuerdo a lo señalado por la empresa SGS en 1995, el mayor problema antrópico de las aguas del río Huasco, es la contaminación microbiológica, situación que no afecta, por cierto, a las aguas subterráneas; esta contaminación de origen fecal sería de alto impacto en el río Huasco, a partir de Vallenar, aunque subsanable mediante el tratamiento de las aguas servidas.

De acuerdo al año de realización de este estudio, sólo en Freirina se daba un tratamiento primario a las aguas servidas, a través de lagunas de estabilización, lo que permitía una baja carga de sólidos suspendidos.

De acuerdo a los caudales de dilución presentes en el río, el orden de magnitud de los caudales descargados por las ciudades es menor, principalmente en la ciudad de Freirina.

Cuadro N° 3.2
Calidad de las Aguas Superficiales

Parámetro	Unidad	Puntos de Muestreo		Valores Permisibles	
		Río Huasco en Puente Nicolasa	Río Huasco en Puente Huasco Bajo	NCh 409 Agua Potable	NCh 1333 Agua Riego
Color	(pt-co)	20	30,0	20	
Olor		inodoro	Inodoro	Inodora	
Sabor		insípido	Insípido	Insípida	
Turbiedad		2,5	8,0	5 (unid.)	
O ₂ disuelto	mg/L	s.a.	s.a.		
Alcalinidad total	mg CaCO ₃ /L	s.a.	s.a.		
pH		7,50	7,49	6,0 - 8,5	5,5 - 9,0
Conductividad	µmhos/cm	3.020	5.230		750
Temperatura	°C	s.a.	s.a.		
Amoniaco	mg/L	< 0,02	< 0,02	0,25	
Arsénico	mg/L	< 0,005	0,006	0,05	0,1
Cadmio	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01
Calcio	mg/L	242,5	365,0		
Cinc	mg/L	< 0,03	0,040	5,0	
Cianuro	mg/L	< 0,05	< 0,05	0,2	0,20
Cloruros	mg/L	484,0	925,0	250	200
Cobre	mg/L	< 0,03	0,030	1,0	0,20
Comp. fenólicos	mg/L	< 0,002	< 0,002	0,002	
Cromo hexaval.	mg/L	< 0,01	< 0,01	0,05	0,10
Detergentes	mg/L	0,03	0,07	0,5	
Dureza total	mg CaCO ₃ /L	906	1.400		
Flúor	mg/L	0,32	0,43	1,5	1,0
Hierro	mg/L	0,46	0,83	0,3	5,0
Magnesio	mg/L	73,0	119,0	125	
Manganeso	mg/L	0,04	1,20	0,1	0,2
Mercurio	mg/L	< 0,001	< 0,001	0,001	0,001
Nitratos	mg/L	0,72	1,45	10,1	
Nitritos	mg/L	< 0,02	< 0,02	1,0	
Plomo	mg/L	0,060	0,100	0,05	5,0
Sólidos disueltos	mg/L	21.000	3.520	1.000	500
Selenio	mg/L	< 0,001	< 0,001	0,01	0,02
Sulfatos	mg/L	844	1.597	250	250
Coliformes totales	(NMP/100ml)	2.400	33.000	exenta	
Coliformes fecales	(NMP/100ml)	110	2.000	exenta	1.000
Recuerdo de Heterótrofos	(UFC/ml)	32.000	47.000		

Fuente: Estudio de Manejo Integral de Recursos Hídricos a Nivel de Cuencas. Cuenca de Río Huasco. CONIC-BF (1997).
Fecha del muestreo: 16/12/96. (s.a.): Sin análisis.

Cuadro N° 3.3
Calidad de las Aguas Subterráneas

Parámetro	Unidad	Pozos				Valores Permisibles	
		1 27/09/96	2 27/09/96	3 11/02/94	4 11/02/94	NCh 409 Agua Potable	NCh 1333 Agua Riego
Color	(pt-co)	s.a	s.a	s.a	s.a	20	
Olor		s.a	s.a	s.a	s.a	Inodora	
Sabor		s.a	s.a	s.a	s.a	Insípida	
Turbiedad		s.a	s.a	s.a	s.a	5 (unidades)	
O ₂ disuelto	mg/L	5,5	5,2	s.a	s.a		
D.Q.O	mg/L	42,0	15,0	s.a	s.a		
Alcalinidad total	Mg CaCO ₃ /L	s.a	s.a	s.a	s.a		
PH		7,2	7,7	8,5	7,1	6,0 – 8,5	5,5 – 9,0
Conductividad	µmhos/cm	778,0	3.044	2.500	4.130		750
Temperatura	°C	20,0	21,0	s.a	s.a		
CO ₃	mg/L	s.a	s.a	0,0	0,0		
HCO ₃	mg/L	s.a	s.a	34,8	264,2		
Cloruro	mg/L	s.a	s.a	656,5	863,9	250	200
Fluoruro	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a	1,5	1,0
SO ₄	mg/L	s.a	s.a	69,6	787,7	250	250
Ca	mg/L	s.a	s.a	31,1	426,0		
Mg	mg/L	s.a	s.a	31,0	110,0	125	
K	mg/L	s.a	s.a	17,3	15,0		
Na	mg/L	s.a	s.a	360,0	317,4		
As	mg/L	s.a	s.a	< 0,005	< 0,005	0,05	0,10
B	mg/L	s.a	s.a	0,50	0,76		0,75
Cu	mg/L	s.a	s.a	< 0,01	< 0,01	1,0	0,2
Fe	mg/L	s.a	s.a	1,81	0,10	0,3	5,0
Al	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a		5,0
Mn	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a	0,1	0,2
Ag	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a		0,2
Amonio	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a	0,25	
N/NO ₃	mg/L	0,411	0,90	1,66	0,84	10,0	
N/NO ₂	mg/L	s.a	s.a	s.a	s.a	1,0	
P/PO ₄	mg/L	s.a	s.a	< 0,01	0,134		

Fuente: Laboratorio Ambiental, Dpto. de Conservación y Protección de Recursos Hídricos, D.G.A

(s.a.): Sin análisis

Nota: Pozos: 1Pozo Agua Potable Vallenar

2Pozo Huasco planta Olivarera

3Pozo Planta Olivarera C-1

4Pozo planta Olivarera D-13

3.4.4 Infraestructura Hidráulica

La infraestructura hidráulica en la cuenca del río Huasco, se compone de obras tales como, canales de riego, embalses en lagunas naturales peraltadas, Embalse Santa Juana, pozos de captación de aguas subterráneas.

3.4.4.1 Canales de Riego

En la cuenca del río Huasco, existen en la actualidad, aproximadamente un total de 370 canales distribuidos en las cuatro secciones del río.

De los 23 canales existentes en la cuarta sección del Río Huasco, sólo 11 de ellos se encuentran dentro del área de estudio. Estos, de acuerdo a su ubicación con relación a la ribera del Río son:

- **Canales Ribera Norte:** Canal San Juan, Canal Castillo, Canal Madariaga y Canal La Cachina.
- **Canales Ribera Sur:** Canal García Campusano, Canal Freirina Canal Mirador, Canal Bellavista, Canal Las Tablas, Canal El Pino, y Canal Del Bajo.

3.4.4.2 Bocatomas

Existe solamente una bocatoma de carácter permanente en todo el río, que es la correspondiente a los canales unificados de la parte baja del río El Carmen realizada por la Dirección de Obras Hidráulicas del M.O.P

El agua disponible para la cuarta sección corresponde a recuperaciones que se producen aguas arriba, además de afloramientos de agua subterránea que ocurren aguas abajo del puente de la carretera Panamericana, cuyo caudal se estima en 0,2 m³/s. Los canales más importantes de la cuarta sección se encuentran ubicados entre el puente de la carretera Panamericana y el puente Nicolasa o Atacama, 25 km al poniente del anterior.

3.5 Geomorfología y Estudio de Suelos

3.5.1 Geomorfología

La primera agrupación regional comprende las regiones de Tarapacá, Antofagasta y Atacama, de acuerdo a la nomenclatura administrativa actual, se identifica como: “Región Septentrional de las Pampas Desérticas y Cordilleras Prealtiplánicas. Comprende una superficie de 291.100 km², dentro de la cual se inserta una serie muy variada de zonas morfoclimáticas.

Las unidades microregionales del valle del río Huasco son: La Planicie Litoral, Los Llanos de Sedimentación Fluvial y/o Aluvional y La Pampa Transicional.

3.5.2 Estudio de Suelos

3.5.2.1 Metodología de Trabajo

El estudio de suelos de la presente Consultoría consiste básicamente en una recopilación y análisis de la información existente para el área en estudio. Además se realizaron calicatas en las fases de suelos dominantes con problemas de drenaje restringido.

La información básica del estudio de suelos corresponde al Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (SERPLAC III Región – CICA/Hidroconsult, 1980) y la Tesis de Grado en publicación “Prospección Nutricional de Olivos cv Sevillano en el Valle del Huasco” (Alemany , R).

La cartografía utilizada es procedente del I.G.M., Serplac III Región–CICA/Hidroconsult y Catastro de Regantes Hoya Río Huasco.

El estudio de suelos abarcó toda la superficie del área, incluidos suelos que revelaron no presentar drenaje restringido.

La cartografía básica fue digitalizada y posteriormente procesada para obtener los siguientes mapas:

- | | | |
|---|---|---------|
| • | Mapa Base | Nº A-01 |
| • | Mapa de Series y Fases de Suelo | Nº A-03 |
| • | Mapa interpretativo de Clases de Capacidad de Uso | Nº A-04 |
| • | Mapa interpretativo de Clases de Drenaje | Nº A-05 |
| • | Mapa interpretativo de Grupos de Manejo | Nº A-06 |

Para identificar las fases de suelos se utilizó la leyenda propuesta en el Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (Serplac II Región – CICA/Hidroconsult, 1980).

3.5.2.2 Agrupaciones de Suelos

En el valle del río Huasco se caracterizan doce series modales, el área que abarca este estudio sólo incluye cuatro de ellas, Bellavista, Freirina, Paona y Tatara. Éstas, según la posición fisiográfica que ocupan y otras características anexas, dan origen a las siguientes agrupaciones de suelo.

- *Suelos aluviales recientes en terrazas de posición baja*

Pertenecen a este grupo los suelos de las series Paona, Bellavista y Huasco. Los de las series Paona y Bellavista presentan problemas de drenaje y salinidad y se ubican en la parte baja del valle.

- *Suelos de terrazas de posición alta*

Son suelos pertenecientes a la serie Tatara.

- *Suelos de Piedmont*

En la parte baja del valle está la serie Freirina que se presenta desde la localidad del mismo nombre hasta la costa.

3.5.2.3 Superficie de las Series y Fases de Suelo

a. Series de Suelo

La Serie Paona representa el 50,1% de la superficie total de suelos del área de proyecto con 449,61 ha. Luego está el Misceláneo Aluvial con 180,11 ha y finalmente la Serie Bellavista con 168,56 ha, lo que equivale al 20,1% y al 18,8% del total de la superficie, respectivamente.

Las series de suelos propiamente tales ocupan una superficie de 636,13 ha, representando el 70,9% de los suelos presentes en el área, mientras que las 261,67 ha restantes están siendo ocupadas por Misceláneos de suelos.

b. Fases o Variaciones de Suelo

En la Serie Paona, se identificaron 8 Unidades Cartográficas presentes en el área de estudio. La Fase dominante en esta Serie, corresponde a la unidad cartográfica PNA – D2_{w3}, con 175,18 ha y luego le sigue en importancia la unidad cartográfica PNA – D3_{w3}, con 75,17 ha. Ambas Fases representan el 55,7% del total de la superficie de esta Serie.

La Serie Bellavista está conformada por 3 Unidades Cartográficas, entre las cuales destaca la Fase BVT –D2_{w3}, que ocupa una superficie de 134,7 ha.

3.5.2.4 Clasificaciones Interpretativas de los Suelos y Superficie de las Fases

a. Capacidad de Uso

Clases de Capacidad de Uso

En el área de estudio, que abarca una superficie de 897,81 ha, los suelos arables ocupan el 63,3%, donde los suelos de clase de capacidad de uso III son los dominantes (507,61 ha), por otro lado los suelos no arables representan el 36,7%, siendo la principal clase de capacidad de uso la VII con 255,85 ha.

Los suelos de la Clase II están presentes en las Series Freirina y Tatara, representan el 5,7% de los suelos presentes en el área en estudio. La Clase III de Capacidad de Uso de Suelos está presente en las Series Bellavista, Paona y Tatara, las que en conjunto representan el 56,5% de la superficie total de los suelos, siendo por lo tanto la Clase más representativa de los suelos en estudio.

La Clase IV de Capacidad de Uso de Suelos está presente en las Series Freirina y Tatara, representando el 1,1% de los suelos presentes en el área en estudio.

La Clase VI de Capacidad de Uso de Suelos está presente en las Series Paona y Tatara, ocupando el 7,5% de los suelos presentes en el área en estudio. La Clase VII abarca el 28,5% del área total en estudio, siendo la segunda en importancia. Esta representada por los Misceláneos de suelos, siendo el Misceláneo Aluvial y el M. Pantano los de mayor importancia respecto a la superficie que ocupan.

Los suelos Clase VIII, corresponden a terrenos que no presentan ninguna potencialidad agrícola y en el área de estudio están representados por los Misceláneos Pantano y M. Escarpe.

b. Aptitud Frutal

La Clase B de Aptitud Frutal es la de mejor aptitud de suelo para frutales presente en el área, pero representa un bajo porcentaje de la superficie en estudio (0,7%). La Clase de Aptitud Frutal C representa un 5,8% de la superficie con 52,06 ha.

La Clase de Aptitud Frutal D, está representada por los suelos de las Series Bellavista, Freirina y Paona Esta Clase es la de mayor importancia en el área representando el 56,7% (508,70 ha).

Los suelos con Clase E, sin aptitud frutal, alcanzan a las 331,01 ha, lo que representa el 36,9% de la superficie total en estudio, siendo el Misceláneo Aluvial el que ocupa una mayor superficie.

c. Categorías de Riego

Un 56,5% de los suelos esta pobremente adaptado para el riego (Clase 3), siendo la principal limitación el drenaje restringido.

d. Clases de Drenaje

Los suelos presentes en el área de estudio presentan mayoritariamente condiciones de drenaje restringido en distintos grados, encontrando el 95,2% de los suelos en esta condición. La superficie restante presenta principalmente un drenaje excesivo.

La Clase de Drenaje 1, que tiene los problemas más severos encontrando el nivel freático cercano a la superficie, está presente en la Serie Paona y en el Misceláneo Pantano. Esta Clase representa el 13,8% de los suelos del área en estudio.

La Clase de Drenaje 3 ocupa la mayor superficie en el área en estudio con 605,01 ha, lo que representa el 67,4% de los suelos. Esta Clase se presenta en las Series Bellavista, Paona y el Misceláneo Aluvial.

La Clase de Drenaje 4 está presente en la Serie Paona, ocupando una superficie de 50,0 ha y representa el 5,6% de los suelos.

e. Categorías de Aptitud Agrícola o Forestal

Es una agrupación convencional de los suelos que presentan características similares en cuanto a su aptitud para el crecimiento de las plantas y se representa bajo un mismo tipo de manejo y está basada en un conjunto de alternativas que relacionan suelo-agua-planta.

Se definen 7 Clases de Aptitud Agrícola o Forestal, las que se caracterizan el Anexo 3.3.

La Categorías de Aptitud Agrícola o Forestal para las Series de Suelo presentes en el área de estudio, que presenta la mayor importancia, es la 3 con 558,7 ha lo que representa un 62% del total del área.

f. Situación Actual de la Erosión

De los suelos presentes en el área de estudio un 98,5% no presenta rasgos de erosión. Solamente el 1,5% de los suelos presenta Erosión Moderada, presentando erosión de surcos y algunas cárcavas producto principalmente de las altas pendientes que presentan los suelos y desborde de algunos canales.

g. Grupos de Manejo

En el área de proyecto no existe información previa acerca de los grupos de manejo de suelos, definiendo en el presente estudio de suelos 7 Grupos, identificados por letras desde la A hasta la G, donde los primeros 4 grupos (desde A hasta D) son agrícolas o agrícolas-ganaderos, los 2 grupos siguientes (E y F) son ganaderos y/o forestales, y el último grupo no presenta utilización agrícola o ganadera o forestal.

Según la presente clasificación, 568,41 ha son aptas para cultivos en distintas intensidades, lo que equivale al 63,3% del área ocupada por los suelos. De esta superficie 51,0 ha (5,7%) son aptas para cultivos intensivos, 507,61 ha (56,5%) para un cultivo moderado y 9,8 ha (1,1%) para un cultivo limitado.

El 36,0% (323,57 ha) de la superficie son suelos aptos para uso ganadero o forestal. De esta superficie, 67,62 ha son aptas para pastoreo o uso forestal intensivo. La superficie restante (255,85 ha) es apta para pastoreo o uso forestal moderado.

Los suelos agrupados en el grupo de manejo O, destinado a cubierta de protección o vida silvestre, ocupan una superficie de 5,83 ha, con escasa representatividad dentro del área en estudio (0,6%).

3.6 Características Climáticas y Agroclimáticas

3.6.1 Caracterización Agroclimática del Valle del Río Huasco

La zona del Valle del Huasco corresponde al cinturón de altas presiones subtropicales, especialmente el anticiclón del Pacífico suboriental.

Desde un punto de vista ecológico, esta área se encuentra inserta en Chile, en la zona de tendencia mediterránea, que se puede caracterizar por lluvias regulares de invierno, aún cuando ellas sean insuficientes y un periodo variable de sequía en verano.

Dentro de los subtipos reconocidos del clima mediterráneo en Chile, de acuerdo a los principios de Emberger, es posible ubicar la zona del río Huasco en la región mediterránea perárida. En la costa y hacia el interior, se observan algunas influencias de la región mediterránea árida. Hacia la cordillera, estas condiciones se degradan ciertamente hacia un tipo andino. El bioclima marítimo de la tendencia mediterránea se acentúa por las influencias oceánicas, siendo más húmeda que aquella banda interior, con las temperaturas mínimas más elevadas, las máximas más bajas y por lo tanto una menor diferencia térmica.

Las lluvias bastante constantes de invierno, permiten la aparición de densas formaciones de matorrales, al menos en ciertos pequeños valles, y cultivos típicos del área mediterránea, en particular, olivares.

Existen 9 a 10 meses absolutamente secos en la costa, 11 en el interior y 9 en la parte preandina. Ningún mes es suficientemente húmedo, sino simplemente semiárido. Por otra parte la fauna y la vegetación natural tienen su período de mayor actividad biológica en invierno.

Morfológicamente es posible enunciar cuatro grandes áreas insertas en la geomorfología local: Las terrazas marinas al oeste, las cadenas montañosas intermedias, la alta cordillera y los fondos de ríos y quebradas. Todas ellas son importantes en la definición de microclimas locales.

3.6.2 Distritos Agroclimáticos

Debido a que el área del proyecto sólo abarca una pequeña parte de la superficie total del valle del Río Huasco, se describirá el distrito agroclimático que incluye dentro de él esta área.

Distrito I: Huasco – Maitencillo

Este distrito agroclimático corresponde a la unidad topográfica con clima influido fuertemente por el océano. Como ya se ha dicho, estas condiciones se definen, fundamentalmente, por la

ausencia de heladas, presencia de neblina, menores oscilaciones térmicas, temperaturas extremas más suaves y un clima relativamente homogéneo a lo largo de todo el año.

Sus características esenciales están dadas por la ficha agroclimática anotada en el Cuadro N° 3.4

Este distrito se extiende desde la costa hasta la quebrada de Maitencillo, ubicada a 30 km hacia el oriente.

La actividad agrícola se desarrolla en suelos ubicados en el valle mismo y en áreas reducidas de las laderas. A medida que se avanza hacia el interior del valle aparecen las terrazas altas, muy apropiadas para la producción agropecuaria.

Dentro de este distrito queda ubicada la ciudad de Freirina, a 15 km al oriente de Huasco. Es un sector en el que el valle tiene unos 1.200 metros de ancho, en promedio.

Cuadro N° 3.4
Ficha Agroclimática
Distrito I: Huasco - Maitencillo
Estación Tipo Analizada: Huasco

Temperatura (°C)	
Máxima media anual	18,3
Media anual	14,8
Mínima media anual	11,3
Máxima media de Enero	22,7
Mínima media de Julio	8,8
Máxima absoluta del período	18,7
Oscilación media anual	6,8
Grados – Día Acumulados Anuales	
Base 5°C	3.589,0
Base 10°C	1.861,0
Horas de Frío Anuales	
Base 7°C	s.d.
N° de días sin heladas (0° en cobertizo)	365
Productividad Primaria Potencial	
(Base temperatura)	1.829,0 (g/m ² año)

Fuente: Estudio Integral de Riego del Valle del Huasco. Informe Final.
Volumen II. CEDEC 1985.

Nota: s.d significa sin datos.

Evapotranspiración Potencial

Para la determinación de la Etp, que posteriormente será utilizada para el cálculo de las demandas de riego del proyecto, se utilizaron los valores estimados en el estudio "Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile" (CIREN CORFO – CNR, 1997). Los valores determinados por mes para el distrito reconocido en el área del estudio, son los siguientes:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
ETP (mm)	176,0	165,8	138,0	100,0	62,0	34,2	24,0	34,2	62,0	100,0	138,0	165,8	1.200,0

3.6.3 Características del Clima

Es un sector en el cual no ocurren heladas, como lo demuestran los datos climáticos. La influencia del mar se hace sentir en términos de temperaturas moderadas, que no oscilan a extremas considerables. Esta uniformidad se mantiene a través del año, con variaciones correspondientes a las diferentes estaciones.

La presencia de neblina es un factor que contribuye a la estabilidad de las temperaturas por el aumento de la humedad relativa, favoreciendo la adaptación y comportamiento de las especies vegetales. Además, disminuye la radiación solar, lo que incide en la tasa fotosintética de los cultivos.

El viento es un factor de ocurrencia frecuente en el sector, convirtiéndose en un elemento limitante para la adaptación de algunas especies vegetales, sino se adoptan medidas de protección.

3.7 Características Ecológicas

3.7.1 Flora y Vegetación

De acuerdo a la naturaleza árida y semi árida de la Región de Atacama, se advierte una continuidad biótica tanto de especies de flora como de fauna.

Las precipitaciones escasas, las neblinas o "camanchacas" costeras son factores que condicionan la cubierta vegetal en la zona costera de la Región.

Respecto a la flora que es posible encontrar dentro del área de estudio, se observan especies de algas en la zona costera, las que tienen alto valor comercial, tales como: luche, huiro y chascón.

En la faja terrestre costera crece sin dificultad una vegetación xeromórfica o jaral costera y algunas especies de cactáceas columnares y suculentas. En los sectores cercanos a las partes bajas

de los valles y cercanas al mar, y con niveles freáticos elevados, se hacen presente especies como la brea, doca, totora y junquillos, entre otras (SERNATUR, 2001).

La caracterización de las diferentes zonas vegetacionales involucradas en el área de estudio, es la siguiente:

Región del Desierto

Se extiende desde el extremo de la I Región hasta el río Elqui en la IV Región.

La subunidad de interés en el presente estudio corresponde a la Sub-Región vegetacional del Desierto Costero. La vida vegetal presenta un desarrollo excepcional y una gran riqueza florística, debidas a la acción favorable provocada por la presencia de frecuentes neblinas costeras ("camanchacas") que aportan la precipitación necesaria. Desde un punto de vista florístico muestra mucho interés por la gran cantidad de endemismos que constituyen su flora.

Desierto Costero del Huasco

Esta zona vegetacional abarca toda el área de estudio, la cual constituye el sector sur de la Sub-Región del Desierto Costero, en que la vegetación tiene mayor grado de continuidad y permanencia, bajo la influencia ocasional de precipitaciones.

La agrupación vegetal que caracteriza a esta zona es *Heliotropium stenophyllum* - *Oxalis gigantea* (Monte Negro - Churqui).

3.7.2 Fauna

Muchas de las especies que se encuentran en Chile se distribuyen en los sectores costeros, por lo tanto se encontrarían involucradas dentro del área de estudio. Algunas de estas especies son: el chungungo, el lobo de un pelo, la chilla, el culpeo y diversas aves marinas, tales como: Pingüino de Humboldt, gaviota, pelícano, guanay, lile, piquero, pájaro niño y golondrina de mar.

La fauna marina exhibe una notable variedad y riqueza en todo el país, destacando para la zona de estudio algunos representantes característicos como la foca, el cachalote, el delfín y diversos peces como la blanquillo, rayas, viejas, pejeperros, sierra, la pescada, el congrio, el róbalo, la corvina, el jurel, merluzas, albacoras, palometas, anchovetas, la lisa, el lenguado y mariscos y crustáceos diferentes (ostra, erizo, macha, langosta, jaiba, choro, almeja y cholga, entre otros) (INE y CONAMA, 2000).

En los valles de la región, la fauna silvestre es más escasa por la actividad del hombre, sin embargo, se cuenta también en los interfluvios desérticos a especies como zorro culpeo, chilla, bandurrias, jotes de cabeza colorada y otros animales introducidos como liebre y conejos, dañinos para la actividad agrícola. Otras especies como murciélagos y roedores autóctonos son numerosos en el valle. Como fauna avícola, aves menores como zorzales, tencas, golondrinas, chirigües,

jilguero común y otras rapaces, y especies reptiles menores como lagartos y lagartijas (Sernatur, 2001).

3.7.3 Estado de Conservación de la Biodiversidad

Según la definición de categorías de estado de conservación de la flora y fauna (*extinguida, en peligro de extinción, vulnerables, raras, con amenaza indeterminada, fuera de peligro e inadecuadamente conocida*) definida por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, se ha determinado que en la Región de Atacama no existen especies florísticas en *peligro de extinción*.

Dentro de las especies que se clasifican como *vulnerables* se pueden encontrar 9 dentro de la III Región. Estas especies son las que se cree que pasarán en el futuro cercano a la categoría "en peligro" si los factores causales de peligro continúan operando.

- Para la fauna, según las categorías de clasificación del estado de conservación, existe una especie *extinguida* en la Región de Atacama, *Numenius borealis* conocido comúnmente como zarapito boreal y que se encontraba desde la I a la X Región. En *peligro de extinción* se encuentran 2 tipos de mamíferos, 1 tipo de pez, dos anfibios y tres tipos de aves dentro de la III Región de Atacama.

Entre las especies *vulnerables* que se encuentran en la III Región están 6 mamíferos, 16 aves, 3 reptiles y 7 peces.

Analizando el grado de conservación de las especies de flora y fauna de la Región de Atacama, donde existe un gran número de animales que se encuentran principalmente dentro de la categoría de vulnerables, se suma la ocurrencia de incendios forestales, los cuales provocan la destrucción de la vegetación en zonas rurales.

3.7.4 Áreas Silvestres Protegidas

Cercanos a la superficie que abarca el presente estudio, se encuentran el *Parque Nacional Llanos de Challe* en la comuna de Huasco con una superficie de 45.708 ha, la *Reserva Nacional Pingüino de Humboldt* distribuido en las comunas de Freirina y La Higuera (III y IV Regiones) con una superficie total de 859 ha.

Se pueden mencionar también que dentro de la III Región se encuentra un Santuario de la Naturaleza de 2 ha y un Lugar de Interés Científico de 31.964 ha, ambos clasificados como NO SNASPE.

Específicamente, dentro del área de estudio, existe una superficie de tierra que ha sido protegida legalmente según la Ley de Caza N°4.601, donde se establece un período de veda de conservación en la zona de la desembocadura del río Huasco en la provincia de Huasco, III Región.

3.8 Aspectos Poblacionales y Sociales

3.8.1 Antecedentes Históricos

Los primeros habitantes de la zona fueron los diaguitas y los changos que desaparecieron hacia fines del siglo XIX, absorbidos por la nueva actividad minera y portuaria de la costa. Los incas también habitaron en la zona, ocuparon Chile hasta el Maule hacia 1470.

Diego de Almagro se instala en el valle de Copiapó en 1536. Más tarde, Pedro de Valdivia siguiendo el camino del Inca llega al valle de Copiapó y toma posesión del territorio.

La iglesia católica estuvo presente en la zona con convento de orden Franciscana en Copiapó desde 1662 y curato en Huasco Bajo instalado en 1667.

La primera fundación urbana fue Santa Rosa del Huasco (Freirina) en 1752, a la cual en 1842 se le denominó Freirina en homenaje al Director Supremo Ramón Freire y fue municipio en 1870. Luego se fundó la villa de Copiapó en 1774 y finalmente Vallenar, fundada personalmente por Ambrosio O'Higgins en 1789.

La importancia histórica de la ciudad de Freirina nació de la minería, luego del descubrimiento de una serie de yacimientos entre 1699 y 1790.

En el siglo XIX, con el auge del cobre de la zona del Huasco tuvo fundición de minerales y maestranza de ferrocarriles (1891), además de importantes casas de comercio y provisión de la minería. La ciudad de Huasco fue arrasada por el terremoto de 1922, quedando pocos vestigios del pasado.

3.8.2 Características de la Sociedad y Cultura

La cultura de la población relacionada con el área de estudio se ve reflejada en la artesanía, el folclore y la gastronomía, entre otras. La artesanía se basa fundamentalmente en la presencia de la naturaleza y de los distintos elementos que lo conforman. Específicamente, en la provincia de Huasco, existen numerosos artesanos desde las zonas costeras, donde se utilizan elementos de la costa, y luego artesanía en greda muy famosa de la zona de Freirina.

Dentro de las costumbres gastronómicas, se puede mencionar que dentro del área de estudio se destaca el aceite de oliva y aceitunas, producido en forma artesanal y en menor grado industrialmente.

También existe el afamado licor llamado “pajarete” del valle de Huasco, producto artesanal de la uva. Además están los camarones de río y en la zona costera, un sin fin de pescados y mariscos.

Dentro de las actividades y costumbres de la sociedad, el folclore presenta características importantes con rasgos de tradición nortina, como la fiesta de la Virgen del Carmen en las localidades rurales del valle de Huasco y del valle de Copiapó.

3.8.3 Población

La Región de Atacama, según el Censo de 1992, tiene una población total de 230.873 habitantes lo que representa el 1,73% de la población nacional. Dentro de la III Región, la Comuna de Huasco participa con el 3,25% de la población regional, con un total de 7.516 habitantes, y la Comuna de Freirina con el 2,26%, con 5.221 habitantes.

Más específicamente, en el área de estudio las localidades de Huasco, Huasco Bajo y El Pino, que abarcan 7.096 habitantes (distrito de Huasco), y las localidades de Freirina, Las Tablas, Los Loros, Atacama, Nicolasa y Vicuña Mackena, que suman un total de 4.278 habitantes y forman parte del distrito y comuna de Freirina, se podría estimar que la población del área de estudio, según información estadística del INE en el Censo de Población y Vivienda de 1992, estaría cercana a los 11.374 habitantes.

Proyección de la Población del Área de Estudio

A nivel regional, provincial y comunal se tiene la estimación de la población al 30 de Junio por año calendario para el año 2001 (INE, 1999 y 1995), como se muestra a continuación:

Censo Año 1992-Estimación Año 2001

Comuna de Huasco:7.516 habitantes-8.047 habitantes

Comuna de Freirina:5.221 habitantes-5.652 habitantes

3.8.4 Condiciones de Vida de la Población

3.8.4.1 Vivienda

Se estima que el número de viviendas totales que existirían dentro del área de estudio sería igual a 3.305, según la suma de las localidades de Huasco (2.124 viviendas) y de las de Freirina (1.181 viviendas). El mayor número de viviendas se concentra en las localidades más urbanas, Huasco y Freirina.

En la comuna de Huasco el 99,18% de las viviendas particulares están ocupadas y en la comuna de Freirina están ocupadas el 99,69%.

3.8.4.2 Servicios a la Vivienda

La empresa generadora de servicio público que administra energía a la Región y, específicamente al área de estudio, es ENDESA. La compañía distribuidora de la energía eléctrica en la Región de Atacama es la Empresa Eléctrica de Atacama S.A.

Respecto a los autoprodutores, estos han tenido importancia en la generación de energía destinada a las actividades mineras (CODELCO, CAP y ENAMI).

Del total de los 2.874 hogares que existen, según datos estadísticos obtenidos del Censo de Población y Vivienda de 1992 (INE, 1992), 2.636 hogares, es decir, el 91,7% disponen de alumbrado eléctrico en sus casas.

Las localidades de Huasco y Freirina son las que tienen los porcentajes más elevados de hogares con disponibilidad de alumbrado eléctrico, 93,6% y 94,6%, respectivamente, mientras que la localidad con menor porcentaje es la de Los Loros en la comuna de Freirina, la cual tiene un 65,2% (8 hogares) del total de hogares que reciben alumbrado eléctrico.

En relación a la red pública de agua, existe en el área de estudio una notable deficiencia, en las localidades más rurales. Las localidades de El Pino, Atacama, Nicolasa y Los Loros solamente alcanzan un porcentaje de 46,8%, 12,1%, 9,7% e incluso 0%, respectivamente, de hogares que reciben agua a partir de la red pública.

Sin embargo, respecto a los hogares conectados a alcantarillado, en la localidad de Huasco el 70,3% de los hogares tienen alcantarillado y en la de Freirina el 69,7%. El resto de las localidades informaron porcentajes menores al 34%, hasta 3%, 2% e incluso 0% en la localidad de Los Loros.

3.8.4.3 Salud

La infraestructura del Servicio de Salud para la Región de Atacama, está conformada, principalmente por 5 Hospitales Públicos y 19 Consultorios Municipalizados, los cuales se concentran principalmente en las zonas urbanas de Copiapó y Vallenar.

Entre los hospitales, existen el Hospital de Vallenar y el Hospital Huasco, ubicados en las ciudades del mismo nombre. El primero de ellos se sitúa aproximadamente a 30 km de la ciudad de Freirina.

3.8.4.4 Educación

La provincia de Huasco cuenta con alrededor de 63 establecimientos educacionales, tanto de enseñanza básica, media y de educación diferencial. La Región cuenta, además, con la Universidad de Atacama en Copiapó.

El número de personas matriculadas en la Región de Atacama, según el Censo de 1992, alcanza a 66.638 personas, lo que equivale al 28,86% del total de la población regional. Este porcentaje se mantiene relativamente parejo en las comunas de Huasco y Freirina.

El nivel de alfabetismo de la población de la comuna de Huasco (95,3%) es similar al de la Región (95,7%) y algo superior al de la provincia (93%). Sin embargo, en la comuna de Freirina se observa que el porcentaje de alfabetismo de la población es levemente inferior a los valores anteriores, ya que existe solamente un 90% de población alfabetada.

Se podría decir que las limitaciones del sector educación se encontrarían principalmente en los sectores rurales, especialmente por la distancia y carencia de medios de movilización regulares.

Al igual que en el sector salud, el grado cultural de la población y el factor pobreza, afectarían el normal desarrollo del sector educación poblacional.

3.8.4.5 Nivel de Vida de la Población

Los porcentajes de población indigente en las comunas de Huasco y Freirina son de 4,6% y 5,4%, respectivamente, encontrándose el mayor porcentaje de la población dentro de la categoría "no pobre".

El nivel de ingreso familiar es notablemente inferior al salario mínimo en los hogares "indigentes", de \$41.809 y de \$52.041 promedio mensual por hogar para las comunas de Huasco y Freirina, respectivamente.

En los hogares pobres el nivel de ingreso es, aproximadamente, de \$130.000 en ambas comunas, mientras que en los "no pobres" este valor aumenta a \$372.905 y \$300.692.

En promedio, los hogares de la comuna de Huasco tienen un mayor ingreso promedio por hogar que la comuna de Freirina. Ambas comunas promedian un ingreso mensual de \$288.572 por hogar.

3.8.5 Tenencia de la Tierra

En la Región de Atacama, el 63,3% de las viviendas particulares ocupadas son "propias", mientras que en las comunas de Huasco y Freirina estos valores aumentan levemente a: 65,8% y 68,8%, respectivamente.

Considerando las 9 localidades que integran el área de estudio, se estima que el porcentaje de hogares con condición de tenencia "propias" (1.894 viviendas) alcanza a 65,9% del total de viviendas particulares ocupadas (2.874 viviendas) de la zona en estudio, tipo de condición de tenencia que caracteriza al área de estudio.

3.8.6 Infraestructura de Transporte

A 795 km de Santiago se ubica la Región de Atacama, a la cual se accede por tierra, aire y mar. El transporte marítimo está dedicado principalmente al sector minero, mientras que el carretero es el que más se utiliza, especialmente por el sector agrícola del valle.

Por tierra a través de la ruta 5, Panamericana Norte, en la cual existen regulares servicios de autobuses que salen desde los terminales regionales y desde Santiago cada 1 ó 2 horas. El camino internacional hacia Argentina es por la ruta Paso San Francisco.

La longitud total de la red caminera en la Tercera Región es de 6.360 km, de los cuales 1.000 km están asfaltados, 1.824 km son de ripio asfaltado y 3.535 km son de tierra (sólo 1 km es de pavimento hormigón) (INE y CONAMA, 2000).

El número de automóviles en la Región de Atacama fue de 55 por cada 1.000 habitantes en el año 1999, mientras que el valor promedio a nivel nacional fue de 76 automóviles por cada 1.000 habitantes (INE y CONAMA, 2000).

Para el transporte aéreo en la Región existe el Aeródromo Chamonate, distante de Copiapó 15 km al oeste; el aeródromo El Salvador, distante a 16 km de El Salvador; y el aeródromo local de Vallenar sólo para aviones pequeños.

Para el transporte marítimo destaca el Puerto Mecanizado de Codelco, División El Salvador. Caldera también cuenta con dos puertos de embarque y desembarque, el perteneciente a la empresa minera Candelaria, que es usado mayoritariamente para la exportación de concentrados de cobre. El otro muelle, de uso comercial, es utilizado para la exportación de las primeras uvas de la temporada del país. En Huasco, se encuentran las instalaciones portuarias de la CMP que constituyen el puerto con mayor capacidad de embarque del país, utilizado principalmente para embarques de hierro.

3.9 Características de la Economía

3.9.1 Fuerza de Trabajo

Las comunas de Huasco y Freirina presentan un porcentaje de 46,05% y 49,22%, respectivamente de población como fuerza de trabajo.

De las personas que se cuentan como fuerza de trabajo, solamente en la comuna de Freirina se observa un menor número de gente ocupada, 84,87%, puesto que el resto de las entidades poblacionales evaluadas (región, provincia y comuna de Huasco) muestran porcentajes mayores de 87,28% y 88,81%.

3.9.2 Sectores Económicos

El 35,8% de la población ocupada se dedica a la actividad primaria en la comuna de Huasco y el 50% en la comuna de Freirina, posiblemente por ser una comuna mayormente rural.

En general, a nivel regional se observa que esta Región tiene una importante vocación minera. Se estima, por los porcentajes comunales, que en el área de estudio principalmente los sectores económicos de la silvoagricultura, pesca y minería, son las actividades económicas más importantes para la población de la zona.

3.9.2.1 Indicadores Económicos a Nivel Regional

En relación al PIB por habitante, se observaron fuertes diferencias regionales en el crecimiento promedio para el mismo período (1985-1992). Aunque el crecimiento del PIB por habitante de la Tercera Región no superaba al promedio del país, alcanzó el 4,5% anual, superando el crecimiento de 8 regiones.

En 1993, la Tercera Región mostró un ingreso anual por persona cercano a los US\$1.700 mientras que el ingreso promedio nacional por persona fue de US\$2.379 anuales.

Estas cifras indican en forma gruesa que, a nivel regional, la Región de Atacama se ubicaba en una situación económica promedio respecto de la situación del país.

3.9.2.2 Sector Silvoagropecuario

La agricultura se ha visto desarrollada en los últimos 15 años con la incorporación de nuevos suelos a la producción de uva de exportación, en el valle de Copiapó fundamentalmente y Huasco en menor escala. En este último valle se han visto desarrollados otros tipos de producción frutícola y de industria de licores y pisco ligada a la actividad agrícola.

En los valles de Huasco y Copiapó se produce y abastece de hortalizas frescas a ambas provincias, permitiéndose además, el envío de primores al resto del país (SERNATUR, 2001).

Las perspectivas de desarrollo del sector agrícola de la región se basan en la incorporación de más superficie agrícola a la producción. Si bien el suelo no es abundante en comparación a otras regiones del país, le favorece el clima de los valles que permite realizar cultivos casi todo el año sin limitaciones.

En cuanto al recurso del agua, este es limitado, lo que impediría la transformación de suelos productivos. Sin embargo, la construcción del Embalse Santa Juana debiera atraer nuevas formas y tecnologías de riego y producción más eficientes que redundarían en un desarrollo mayor del valle de Huasco.

Dentro del área de estudio se destaca que el desarrollo agrícola esta enfocado principalmente en la producción olivícola, destinada a la producción de aceituna de mesa y para la elaboración de aceite de oliva.

En relación a las propiedades agrícolas existentes, considerando la división política administrativa de la Región, existen 287 explotaciones agropecuarias en la comuna de Huasco que ocupan un total de 10.921 ha, mientras que en la comuna de Freirina se cuentan 294 explotaciones con una superficie total de 309.901 ha.

La actividad forestal es baja considerando el bajo número de explotaciones forestales y la superficie que involucran, especialmente en la comuna de Huasco.

En la comuna de Freirina existe un número notablemente mayor que la comuna de Huasco de ganado bovino, cerca de 10 veces más, 1.290 cabezas en la comuna de Freirina y 125 en la comuna de Huasco, del mismo modo, que en la comuna de Freirina hay alrededor de tres veces más número de equinos que en la comuna de Huasco.

En general, la actividad pecuaria alcanza un escaso desarrollo, por las limitantes hídricas de la Región, localizándose sólo en sectores de los valles, y en forma transhumante en sectores precordilleranos con ganado y majadas de caprinos en sectores del desierto y depresión intermedia.

3.9.2.3 Sector Pesquero

El puerto de Huasco es el principal de la zona que sirve para el embarque de minerales, además de ser un centro de actividad pesquera importante desarrollada por caletas de pescadores que extraen peces y mariscos para su venta.

Por último, el puerto de Huasco, de interés para la caracterización del área de estudio, funciona como puerto comercial que asocia su actividad como puerto de embarque minero de la producción de hierro de la Planta de Pellets de Huasco y como puerto de pesca artesanal.

3.9.2.4 Sector Minería

La minería constituye el principal Sector Económico de la Tercera Región. Son importantes los yacimientos de cobre de El Salvador y Candelaria, de hierro Los Colorados, de oro La Coipa y de plata Maricunga. Existen estos yacimientos a gran escala, mediana y pequeña, así como también actividades derivadas de la minería, tales como fundiciones, refinería, plantas de tratamiento, puertos de embarque, caminos, redes de transporte y otros que producen el impacto y fuerza económica que tiene esta actividad.

A pesar de la gran importancia que tiene la actividad minera dentro de la Región de Atacama, el área de estudio no presenta ningún yacimiento minero, sin embargo, su importancia radica en el

importante número de personas que se dedican a trabajar en las actividades de la minería, trasladándose regularmente a las zonas mineras ubicadas en otras comunas y provincias.

3.9.2.5 Sector Turismo

Respecto al Sector Turismo, como una actividad económica, y siendo difícil obtener antecedentes estadísticos del aporte económico, social, cultural y de calidad de vida de este sector de la economía, se observa que la Región de Atacama presenta una variedad de atractivos turísticos que debieran situarla en un lugar importante respecto al turismo interno y receptivo. Los valles, costa, cordillera y desierto pueden en forma separada y en conjunto transformarse en alternativas nuevas y distintas respecto de las distintas formas de turismo, como el recreativo, aventura, rural tecnológico y otros, que actualmente a nivel mundial tienen cada día un mayor desarrollo.

La ciudad de Huasco es un puerto balneario que posee excelentes playas aptas para la práctica de natación y deportes náuticos. Es capital comunal y posee cierto nivel de servicios y equipamiento e infraestructura turística. Por otra parte, su recién inaugurado Terminal Pesquero ofrece una gran variedad de servicios y degustación de productos del mar.

Desde Huasco se accede a la localidad de Huasco Bajo, conocida por su producción de olivos y membrillos y a través de la cual continúa el camino costero hacia el norte para acceder a las playas antes mencionadas.

La ciudad de Freirina es otro centro poblacional donde turísticamente, destacan la artesanía típica en greda y totora, las que son realizadas por un grupo de artesanos de la comuna, además de otros productos como aceitunas, aceite de olivo, camarones de río y mariscos, destacando entre estos últimos, al “choro zapato”, extraídos en playas cercanas a la caleta Chañaral.

Destaca además en Freirina su hermosa Plaza de Armas, como centro de las principales actividades. Adyacentes a ésta se ubican dos Monumentos Nacionales, el Edificio Los Portales (1876) y la iglesia Santa Rosa de Lima (1869).

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

4.1 Diagnóstico de la Situación Actual

4.1.1 Estudio de Suelos

El presente capítulo del estudio de suelos tiene como objetivo hacer un reconocimiento en terreno de las principales series y fases de suelos con drenaje restringido. Para ello se realizaron calicatas en sectores seleccionados sobre la base del Estudio Agrológico del Valle del Río Huasco (SERPLAC-CICA/Hidroconsult, 1980). Además, se incorpora la información del estudio de suelos realizado en la Tesis de Grado “Prospección Nutricional de Olivos cv Sevillano en el Valle del Huasco” (Alemany, R. en publicación), desarrollada en la zona de proyecto.

4.1.1.1 Calicatas y Muestreo para Análisis de Suelos

Las calicatas se realizaron en las Fases de suelos representativas de las Series con drenaje restringido como Bellavista y Paona. Finalmente se tomaron muestras en los Misceláneos Aluvial y de Pantano que también constituyen terrenos con drenaje restringido.

En total se realizaron 6 calicatas, las que representan un 74,6% de los suelos en estudio, obteniendo 24 muestras de suelos.

Los elementos analizados son pH, conductividad eléctrica en el extracto de saturación, aniones y cationes solubles.

4.1.1.2 Descripción de Calicatas

a) Serie Bellavista

La Fase de Suelo reconocida en la Serie Bellavista, corresponde a **BVT-D2_{w3}** la que presenta textura Franco arenosa en los primeros 15 cm para posteriormente llegar a texturas arenosas en profundidad. Hay presencia de nivel freático a los 88 cm de profundidad.

b) Serie Paona

- Fase de Suelo **PNA-D2_{w3}**

Esta fase posee una textura Franco arenosa en los primeros 20 cm continuando con texturas arenosas hasta los 65 cm. Luego se encontró una estrata de texturas más finas (Franco arcillo arenosa) hasta los 81 cm para continuar nuevamente con arenas en profundidad. No hay presencia de nivel freático a la profundidad observada (120 cm)

c) Serie Paona

- Fase de Suelo **PNA-D3** w₂

Esta fase posee textura Franco arenosa en los primeros 20 cm pasando posteriormente a texturas más gruesas hasta los 54 cm. Hasta los 82 cm se presentan estratas de texturas finas (Limosa y Arcillo limosa) y finalmente en profundidad aparecen nuevamente las texturas arenosas. Hay presencia de nivel freático a los 95 cm de profundidad.

d) Serie Paona

- Fase de Suelo **PNA- VarD3** w_{1S}

Al igual que en la fase anteriormente señalada, las texturas en superficie corresponden a Franco arenosa pero aparece una estrata arcillosa en profundidad desde los 98 a los 118 cm para posteriormente pasar a texturas arenosas. También se observó la presencia de nivel freático a los 95 cm de profundidad.

e) Misceláneos de terrenos

- **Misceláneo Aluvial**

En este misceláneo la estrata muestreada corresponde a un sustrato de gravas, piedras y bolones con matriz arenosa gruesa. Pedregosidad 60 a 70%. El nivel freático se encuentra a los 30 cm.

- **Misceláneo Pantano**

Este misceláneo presenta una diferenciación incipiente de las estratas pero con una gran presencia de raíces en todas ellas. Se encontró el nivel freático a los 40 cm de profundidad, identificando 3 estratas en el perfil que varían de texturas Areno francosa en los primeros 12 cm, pasando por una Franco arcillo arenosa y desde los 20 a los 45 cm se presenta una clase textural Arcillo limosa.

f) Estudios de Suelos Anteriores

En este punto se describen las calicatas realizadas como parte de la Tesis de Grado en publicación “Prospección Nutricional de Olivos cv Sevillano en el Valle del Huasco” (Alemany , R). En esta Tesis se realizaron 30 calicatas durante el mes de junio de 1998, y distribuidas en la zona olivarera del valle de Huasco, involucrando tanto suelos de buen drenaje como de drenaje restringido.

Paralelamente en este estudio se efectuó una caracterización de los aspectos nutricionales del suelo, obteniendo muestras compuestas a una profundidad de 15 a 35 cm, zona en que normalmente se encontró una mayor densidad de raíces.

Los elementos analizados son Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Cinc, Manganeseo y Boro disponible; Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio intercambiable. Además, se midió la conductividad eléctrica en el extracto de saturación, el pH en agua y la materia orgánica.

De los predios estudiados en la prospección nutricional, 18 de ellos se encuentran en la zona de proyecto de la actual Consultoría, por lo tanto, aumenta significativamente la cobertura del reconocimiento de los Suelos.

Los resultados obtenidos en este trabajo, indican que la materia orgánica es muy baja (<2%) en un 82% de los sitios y en los restantes es baja (2 a 3%). Los pH son moderadamente alcalinos, fluctuando en un rango de 7,85 a 8,70. La conductividad eléctrica en extracto de saturación fluctúa entre 0,77 a 8,8 dS/m.

En cuanto a los nutrientes disponibles, se observaron bajos niveles de nitrógeno y fósforo. En este último, un 80% de los Suelos de la Serie Freirina y un 90% de los suelos Paona, presentó este rango. El potasio en un 50% de los sitios se encuentra bajo los 1000 ppm y un 37% en un rango de 101 a 150 ppm. El Zn, Mn y B son altos en todas las muestras.

En cuanto a los cationes de intercambio, el calcio es dominante en todas las muestras.

4.1.1.3 Resultados Análisis de Suelos

A las 24 muestras tomadas en las calicatas se les realizaron los siguientes análisis:

- pH en agua usando una relación 1:2,5,
- Conductividad Eléctrica en el extracto de saturación,
- Cationes solubles: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , y
- Aniones solubles: Cl^- , HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^{-2} .

4.1.1.4 Salinidad

Según los análisis realizados, la Serie Bellavista en su Fase BVT-D2W3, la Serie Paona en su fase PNA-D2W3 y el Misceláneo aluvial estarían clasificados como suelos sin problemas de salinidad, las Series restantes presentan uno o más horizontes con problemas de salinidad y/o sodicidad.

La Serie Paona en su Fase PNA-D3W2 presenta horizontes con salinidades altas ($> 4 \text{ dSm}^{-1}$), por su parte el PSI esta en un rango que va de 5,91% a 10,97%, por lo tanto no sería un suelo con problemas de sodio.

El Misceláneo Pantano esta en la misma situación, con una salinidad de $4,2 \text{ dSm}^{-1}$ y un PSI de 7,4%.

La Fase PNA-Var D3 W1S presenta horizontes salino-sódicos, salinos y sódicos. En estos Suelos los rendimientos de los cultivos se ven reducidos por el efecto osmótico de las sales disueltas, también se presentan problemas de toxicidad debido al alto PSI.

Mediciones de Salinidad entre Riegos

Con el objetivo de medir la variación de la salinidad entre riegos en la temporada, se tomaron muestras de suelo compuestas por 10 submuestras, a una profundidad de 0 a 20 cm, con una frecuencia aproximada de 15 días.

Las fechas de muestreo son 14 Dic, 29 Dic, 15 Ene, 30 Ene, 15 Feb, 28 Mar, 14 Abr, 01 May y 18 May. Los análisis se realizaron en el Laboratorio del CIMM.

Para ello se seleccionaron 5 predios, distribuidos en el área de estudio. Las muestras 2, 4 y 5 corresponden al sector 1, la muestra 1 corresponde al sector 2 y finalmente la muestra 3 corresponde al sector 3.

En promedio, las salinidades fluctuaron entre 2,2 dSm-1 y 7,0 dSm-1. Dos predios presentaron salinidades menores a 4 dSm-1, encontrándose en la categoría de no salinos. Las muestras restantes se encuentran en el rango salino.

Algunas muestras presentaron conductividades con valores de 16 dSm-1 y 11,1 dSm-1 respectivamente.

Respecto a los canales de riego, el canal Madariaga y el canal Las Tablas son los que riegan los predios con las conductividades más altas.

La frecuencia de riego es muy variable (22 a 47 días en promedio). Encontrando una relación inversamente proporcional entre frecuencia de riego y salinidad, es decir, aquellos suelos que presentaron una mayor frecuencia de riego presentan una salinidad menor y los que recibieron una frecuencia de riego menor presentan una mayor salinidad.

Por lo tanto, el manejo de los riegos debe tender a una mayor frecuencia de manera de mantener el tenor salino en valores aceptables, y así no afectar a las plantas por este concepto.

4.1.1.5 Reacción de los Suelos

De acuerdo a los resultados la mayoría de los suelos presentan una reacción neutra (pH entre 6,75 y 7,37) en superficie y/o en profundidad.

La Serie Paona en su Fase PNA-D3W2 presenta pH entre 6,8 y 7,41, por lo tanto estaría en un rango neutro. En la Fase PNA-D2W3 el rango de pH de los horizontes se encuentra entre ligeramente ácido a ligeramente alcalino (6,45 a 7,63). La Fase PNA-Var D3W1S es la que presenta los pH más altos de las muestras analizadas, estas muestras además presenta un PSI y CE elevada, lo que los clasifica como suelos salino-sódicos.

La Serie Bellavista en su Fase BVT-D2W3, presenta pH en el rango neutro (6,75 a 7,26) en todo el perfil.

El Misceláneo Aluvial presenta un pH moderadamente alcalino (7,94), mientras que el M. Pantano un pH ligeramente alcalino.

4.1.1.6 Caracterización Iónica

Macrocationes

En la mayoría de los suelos el catión dominante es el sodio, seguido por el calcio, en tercer lugar se ubica el magnesio y finalmente el potasio.

Macroaniones

Entre los aniones el sulfato es dominante en la mayoría de los suelos, exceptuando la Fase PNA-VarD3 W1S de la Serie Paona en la que predominan los cloruros, tanto en superficie como en los horizontes inferiores, bajo el nivel freático.

En general, la concentración de bicarbonatos es baja, aumentando notablemente en la parte superficial de la Serie Bellavista (BVT-D2W3). Los nitratos presentan niveles muy bajos en todas las muestras, encontrándolos en un rango que no supera el 4,3% de los aniones solubles.

4.1.2 Topografía

Basado en el plano a escala 1: 5.000 existente, y que fue digitalizado, el levantamiento topográfico que se llevó a cabo incluyó:

- Verificación de cotas
- Levantamiento del cauce evacuador (Río Huasco)
- Replanteo de terreno
- Identificación de puntos particulares (obras existentes, pozos de observación, estaciones, puntos de referencia, etc).

El cauce fue barrido desde 2 km aguas arriba del puente Los Guindos (6.844.998,07 N, 299.688,96 E), hasta 1 km aproximadamente aguas abajo del puente de Huasco Bajo (6.849.273,25 N, 286.687,82 E), cubriendo una longitud de 15,845 km, con puntos en el fondo

del cauce cada 50 a 100 m. En el plano N° B-01, laminas 1 a 3, se presenta el perfil longitudinal del cauce a escala horizontal 1:10.000 y escala vertical 1:1.000.

Además se realizaron 29 perfiles transversales en el cauce evacuador (río Huasco), que se presentan en el plano N° B-02, a escala horizontal 1:5.000 y escala vertical 1:500.

4.1.3 Áreas de Conservación

Se identificaron áreas que presentan características especiales para su conservación y protección. Estas constituyen zonas de interés ecológico, tales como hábitat para la vida silvestre, sitios de reproducción y/o nidificación.

La identificación de estas áreas se complementó con visitas a terreno, información obtenida en entrevistas con personal del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), información de la CONAMA de la II Región e información elaborada por CICA el año 1996¹, donde se encuentra definido el uso del suelo del valle del río Huasco con distinción de las áreas cultivadas, sin uso y reductos naturales. Además se contempló un análisis realizado por el Dr. Jorge González Vilches donde las conclusiones y recomendaciones realizadas por éste, serían acogidas y respetadas por este Consultor y por la C.N.R. en cuanto a definir las áreas de exclusión del proyecto.

Según los criterios expuestos en el Informe Técnico “Criterios de Conservación de Humedales en el Sector Bajo del Río Huasco”, realizado en el presente estudio, donde se sugieren distintos grados de intervención. Se recomienda una intervención mínima entre el puente de Huasco Bajo a Los Loros (6.846.000 N, 294.000 E), dejando como zona de conservación la franja de suelos clasificados como misceláneo aluvial, que equivale a 40,6 ha.

Desde la localidad de Los Loros hasta 2 km aguas arriba del puente Los Guindos, en Freirina, se propone una intervención más intensa, involucrando suelos clasificados como misceláneo aluvial. En este tramo, se recomienda dejar como zona de conservación la franja aledaña al río Huasco.

Entre el río Huasco y el límite del área de estudio queda una franja no sometida al estudio, la cual quedará como zona de conservación.

La actual zona de preservación existente en la desembocadura del río Huasco, se encuentra actualmente intervenida con huertos de olivos en producción y con obras de drenaje, principalmente en el sector de la Cachina. El sector esta dividido en 14 predios que suman una superficie de 84,56 ha.

Para los fines del presente proyecto se considerarán solamente las superficies de estos predios que se encuentran actualmente cultivadas alcanzando a 73,32 ha. De la superficie restante de estos predios, 9,03 ha están sin plantaciones y 2,21 ha no presentan problemas de drenaje restringido.

¹ CICA Ingenieros Consultores. 1996. *Op cit.*

En el Mapa N° A-07 se presenta la zona de conservación.

4.1.4 Situación Medioambiental

El principal problema ambiental en la parte baja de la cuenca del río Huasco lo ha constituido las emisiones de material particulado en Huasco, por parte de CMP (Compañía Minera del Pacífico), según así lo señalan algunos informes (CONAMA, 1995) ².

De acuerdo a estudios realizados entre 1989 y 1991 por la Dirección General de Aguas ³, la contaminación actual del río Huasco se estima baja, mientras que la potencial sería media, donde el tipo de contaminación para ambas situaciones es química y bacteriológica.

Otras potenciales fuentes de aporte a la contaminación son la actividad agrícola y la minero-industrial. La actividad agrícola aporta a las aguas productos químicos como pesticidas, fertilizantes y abonos. Los aportes del sector minero se encuentran representados por diversas compañías mineras que dan origen a una diversidad de efluentes, que pueden alcanzar a los afluentes del río Huasco y a este en forma indirecta o directa.

Con relación al suelo, los principales yacimientos minerales de la III Región corresponden a los de hierro, el que por su baja toxicidad, se estima que su riesgo ambiental es baja. El ingreso de hierro al suelo no tiene efecto en las plantas y animales, dado que los contenidos totales se encuentran en los rangos habituales de los suelos. Así, más bien se postula que el material particulado afecta las producciones olivícolas, por un efecto mecánico al depositarse en las hojas e impedir o dificultar los procesos fotosintéticos o de intercambio gaseoso.

El aspecto más destacable, son las elevadas concentraciones de sales en los suelos y en las aguas, desde el punto de vista de la actividad agrícola. En el río Huasco, estas concentraciones aumentan en la medida que el río avanza hacia el mar.

En la parte baja del Huasco y en especial en el área de estudio, no existen problemas de erosión de significación.

En la desembocadura del río Huasco se encuentran extensas áreas de dunas, que se amplían hacia el sur y hacia el norte, en mayor magnitud, por las condiciones de ubicación de la faja costera en relación a la dirección dominante del viento y del oleaje.

En relación a los elementos bióticos, la fauna avícola tiene una gran representación por la presencia de un elevado número de especies residentes y migratorias, asociadas de alguna forma a los sectores húmedos de la parte baja del Huasco, en especial, las que se encuentran más cerca de la desembocadura. A lo anterior se agregan áreas de vegas y pantanos en los alrededores del río Huasco, desde Freirina hacia el poniente.

² ARTEAGA, J. y DURÁN, H. 1995. Contaminación atmosférica en Chile: Antecedentes y Políticas para su Control. En Perfil Ambiental de Chile. CONAMA. 2 ed.

³ Universidad de Chile. 2000. Informe País-Estado del Medio Ambiente - 1999: Recursos Hídricos.

4.1.5 Calidad de Aguas. Monitoreo

4.1.5.1 Análisis de Calidad de Aguas

Como una forma de determinar la calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas presentes al interior del área de estudio, se seleccionaron 10 puntos de muestreo distribuidos entre el río Huasco (3), pozos de observación (3), drenes (2) y canales de riego (2).

Los parámetros analizados corresponden a pH, conductividad eléctrica (CE), relación de adsorción de sodio (RAS), aniones (CO_3^{-2} , HCO_3^{-2} , Cl^- , SO_4^{-2} , nitritos y nitratos) y cationes (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ y K^+) y porcentaje de sodio intercambiable (PSI).

a. Normativa y Rangos Normales de Parámetros que Inciden en la Calidad de las Aguas

Para el análisis de las aguas de riego, se utilizarán los parámetros establecidos en la Norma Oficial Chilena NCh 1333/1978, Handbook N° 60 del U.S.D.A y FAO N° 29 (Ayers y Westcot, 1987).

b. Resultados Analíticos de Calidad de Aguas

Río Huasco

Se establecieron tres puntos de muestreo de aguas en el río Huasco, cuya ubicación obedece a la caracterización del río al interior del área de estudio, desde el inicio en Los Guindos hasta el final en Huasco Bajo, con un punto medio ubicado en la localidad de El Pino.

- pH y CE

El pH presenta valores que varían entre 7,8 y 8,0. Estos valores están dentro del rango que establece la NCh 1333 para aguas de riego, calificándose como básicas.

La Conductividad Eléctrica (CE), presenta valores que aumentan a medida que el río avanza por el valle del Huasco Bajo. Las concentraciones de sal varían entre 2,7 y 3,66 dS/m presentando limitaciones al ser utilizadas en riego agrícola, ya que se podrían esperar efectos adversos en cultivos que no presenten tolerancia a la salinidad.

- Macroaniones

En los tres puntos de muestreo considerados, no se registra la presencia de carbonatos (CO_3^{-2}), mientras que los bicarbonatos varían entre 4,80 y 4,72 meq/L. Los cloruros (Cl^-) presentan un valor de 11,28 meq/L para llegar al final del río con 14,66 meq/L. El contenido de sulfatos (SO_4^{-2}) en las aguas del río Huasco, aumenta en la medida que

avanza el río hacia el mar. De esta forma, los valores de SO_4^{-2} varían entre 12,85 y 17,93 meq/L.

En general, la totalidad de los macroaniones evaluados se encuentra en el rango de valores normales en aguas de riego de acuerdo a lo establecido por FAO N° 29 (Ayers y Wescot, 1987). Por otra parte, la NCh 1333 es superada ampliamente por el contenido de cloruros y sulfatos.

- **Macrocationes**

En general, las concentraciones de macrocationes aumentan hacia el final del recorrido del río Huasco, en el punto de muestreo río Huasco en Puente Huasco Bajo.

La concentración de Ca^{+2} en el río Huasco varía entre 9,98 a 13,57 meq/L, mientras que el Mg^{+2} va desde 4,03 a 6,01 meq/L, entre el primer y tercer punto de muestreo respectivamente. Los valores de concentración de Na^+ varían entre 12,17 y 18,48 meq/L y los contenidos de K^+ en el agua del río Huasco, presenta valores muy similares en los distintos puntos de muestreo, variando entre 0,20 y 0,23 meq/L.

Los valores de los macrocationes en los puntos de muestreo del río Huasco, se encuentran en el rango de valores normales para aguas de riego, según lo señalado por FAO N° 29 a excepción del K^+ que supera varias veces el valor límite establecido como concentraciones habituales para aguas superficiales. En relación a las proporciones de cada catión en los tres puntos de muestreo considerados en el río Huasco, se observa que el Na^+ es el dominante y el K^+ el que se encuentra en menor proporción.

- **Nitratos (N-NO₃) y Nitritos (N-NO₂)**

Los N-NO₃ presentan valores entre 4,2 y 1,2 mg/L y en el caso de los N-NO₂ en los tres puntos de muestreo se presentan valores inferiores a 0,004 mg/L.

- **RAS y PSI**

Los valores de la RAS varían entre 4,60 y 5,91, estando todos los valores anteriores bajo los estándares normales de agua de riego establecidos por FAO N° 29. El porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI) calculado, en todos los puntos de muestreo también presenta valores que se encuentran bajo lo establecido por FAO N° 29.

Las concentraciones de sodio reflejado a través de los dos indicadores señalados no constituyen una limitación para los suelos y plantas cultivadas.

- Clasificación de las aguas del río Huasco de acuerdo a la RAS y CE

De acuerdo a los valores de RAS y CE para los puntos de muestreo considerados, las aguas del río Huasco presentes en todos los puntos de muestreo, caen en la categoría de aguas con peligro de sodio (grado medio) y salinidad muy alta (C4-S2).

Canales de Riego

Se seleccionaron dos canales de riego, La Cachina ubicado en la ribera norte del río Huasco y Bellavista perteneciente a la ribera sur del mismo río.

- pH y CE

Los valores de pH para ambos canales, son prácticamente los mismos (7,92 y 7,91) y quedan dentro del rango establecido por la NCh 13333 para aguas con fines de riego.

La CE en el canal La Cachina, presenta un valor de 3,12 dS/m, mientras que en el canal Bellavista, la CE es algo menor alcanzando un valor de 2,84 dS/m. De acuerdo a la clasificación que indica la NCh 1333 las aguas de estos canales pueden afectar a cultivos sensibles y se deben establecer métodos de manejo cuidadoso.

- Macroaniones

En los dos canales muestreados, no se registra la presencia de CO_3^{-2} , mientras que los HCO_3^{-2} son mayores en el canal Bellavista con 4,9 meq/L comparado con la concentración de este macroanión en el canal La Cachina (3,85 meq/L). Ambos valores están dentro de los rangos normales para aguas de riego señaladas por FAO N°29, así como también las concentraciones de Cl^- y SO_4^{-2} . Sin embargo, estos últimos están por sobre el límite máximo que señala la NCh 1333.

- Macrocationes

En general los macrocationes analizados, se encuentran en el rango de valores normales considerados por FAO N°29, a excepción del K^+ que sobrepasa el dicho rango. En cuanto a las proporciones de cada uno de los macrocationes, el Na^+ es el que se presenta en mayor cantidad en ambos canales.

- Nitratos (N-NO3) y Nitritos (N-NO2)

Los N-NO₃ se encuentran relativamente bajos en ambos y se encuentran en el rango normal de concentración para aguas de riego establecido en FAO N°29. En el caso de los N-NO₂ en ambos canales se presentan valores inferiores a 0,004 mg/L.

- RAS y PSI

Los valores de RAS y PSI son relativamente similares en ambos canales, estando ambos parámetros dentro del rango normal en aguas de riego que señala FAO

- Clasificación de las aguas del río Huasco de acuerdo a la RAS y CE

De acuerdo a los valores de RAS y CE para las aguas de los canales considerados, estas caen en la categoría de aguas con peligro de sodio (grado medio) y salinidad muy alta (C4-S2).

Pozos de Observación

Se seleccionaron tres pozos de observación de entre la totalidad de la red que abarca el área de estudio, con el fin de realizar el análisis de sus aguas. Estos son el pozo N°5, ubicado en el sector de La Cachina, el pozo N°27 del sector de Los Loros (ambos en la ribera norte del río) y el pozo N°34 perteneciente al sector de Las Tablas (ribera sur).

- pH y CE

Los valores de pH en las aguas de los pozos, varían entre 7,52 y 7,89 quedando dentro del rango establecido por la NCh 13333 para aguas con fines de regadío.

Los contenidos salinos en las aguas analizadas presentan importantes variaciones. De esta forma se tiene que los pozos N°5 y 27 con una CE de 6,70 y 3,09 dS/m en forma respectiva, se encuentra en el rango más alto de salinidad establecido por la NCh 1333.

El pozo N°34 presenta una concentración salina extremadamente alta con una CE de 27 dS/m, valor que está fuera de los límites máximos establecidos por la NCh 1333.

- Macroaniones

En los tres pozos de observación, no se registra la presencia de CO_3^{-2} , mientras que los HCO_3^{-2} son muy similares en los pozos N°5 y 34 (8,56 y 8,61 meq/L) y menores en el Pozo N°27 con una concentración de 6,34 meq/L. Las concentraciones de HCO_3^{-2} presentes en los tres pozos de observación, se encuentran dentro de los rangos normales para aguas de riego señaladas por FAO N°29.

La concentración de Cl^- encontrada en el pozo N°34 (194,59 meq/L) supera el límite máximo del rango normal establecido por FAO y por la NCh 1333. El pozo N°5 y el 27 de acuerdo a FAO se encontrarían dentro del rango normal establecido para aguas con fines de riego pero no así al comparar la concentración de Cl^- de ambos pozos con la NCh 1333, donde el límite máximo es superado ampliamente.

En el caso de los SO_4^{-2} , en las aguas de los tres pozos analizados se supera el límite establecido por la NCh 1333 y sólo el pozo N°27 se encuentra dentro de los rangos normales de concentración de SO_4^{-2} que indica se indican en FAO N°29.

- Macrocationes

El Ca^{+2} y el Mg^{+2} presentan valores altos en el agua del pozo N°34 excediendo los rangos que señala FAO mientras que en los pozos N°5 y 27 sólo el Mg^{+2} supera los límites señalados por dicha entidad. Respecto a la concentración de Na^{+} , sólo en el pozo N°34 se presentan valores altos, en cambio las concentraciones de K^{+} , superan los niveles FAO en los tres pozos de observación.

- Nitratos (N- NO_3) y Nitritos (N- NO_2)

Los N- NO_3 se encuentran en mayor cantidad en estas aguas (6,8 y 7,2 mg/L para los pozos N°5 y 34, respectivamente) si se compara con los valores obtenidos en aguas superficiales, a excepción del pozo N°27 donde se presenta una concentración de 1,0 mg/L. En todos los pozos los valores de N- NO_3 están en el rango normal de concentración para aguas de riego establecido en FAO N°29.

En el caso de los N- NO_2 también se encontraron valores mayores en los pozos N°5 y 34 (1,31 y 0,68 mg/L respectivamente) que en las aguas superficiales. El pozo N°27 presenta valores inferiores a 0,004 mg/L.

- RAS y PSI

Para los pozos N°5 y 27 ambos parámetros se encuentran dentro del rango normal en aguas de riego que señala FAO. En el pozo N°34 la RAS se encuentra absolutamente fuera de los valores límites, unida a un alto valor de PSI.

- Clasificación de las aguas del río Huasco de acuerdo a la RAS y CE

De acuerdo a los valores de RAS y CE para las aguas de los pozos considerados, estas caen en las siguientes categorías:

Pozo N°5	C6-S2 Agua de salinidad excesiva y contenido medio de sodio.
Pozo N°27	C4-S2 Agua de salinidad muy alta y contenido medio de sodio.
Pozo N°34	C6-S4 Agua de salinidad excesiva y contenido muy alto de sodio.

Drenes

Se seleccionaron dos drenes al interior del área de estudio, uno en cada ribera del río Huasco, para la obtención y análisis de las muestras de agua.

- pH y CE

Los valores de pH en las aguas de los drenes, varían entre 7,87 y 7,98 por lo que están en el rango establecido por la NCh 13333 para aguas con fines de riego.

La CE para varía entre 2,99 dS/m y 3,51 dS/m para las aguas provenientes del dren Fdo. Montt y del dren Fdo. Mirador, respectivamente. De acuerdo a estos valores de CE, se puede decir que las aguas de los drenes analizados presentan una muy alta concentración salina.

- Macroaniones

Al igual que en el resto de las aguas analizadas, no se registra la presencia de CO_3^{-2} y el resto de los macroaniones se encuentran dentro de los rangos normales establecido por FAO.

- Macrocationes

El único macrocatión que excede los niveles normales de FAO es el K^+ . La mayor proporción está representada por el Na^+ , seguido en importancia por el Ca^{+2} y posteriormente Mg^{+2} y K^+ .

- Nitratos (N-NO₃) y Nitritos (N-NO₂)

Los valores de N-NO₃ y Nitritos N-NO₂ son bajos en las aguas de drenaje, por lo que no superan los límites señalados por FAO.

- RAS y PSI

Los valores de RAS y PSI para ambos drenes, están dentro del rango normal en aguas de riego que señala FAO.

- Clasificación de las aguas del río Huasco de acuerdo a la RAS y CE

De acuerdo a los valores de RAS y CE para las aguas de los drenes considerados, estas caen en las siguientes categorías:

Dren Fdo. Montt	C4-S2	Agua de salinidad muy alta y contenido medio de sodio.
Dren Fdo. Mirador	C5-S2	Agua de salinidad excesiva y contenido medio de sodio.

c. Monitoreo de pH y CE

El monitoreo de pH y CE se realizó con una frecuencia de alrededor de 30 días, con mediciones de terreno (medidor de pH y conductivímetro portátil). Se realizaron entre tres y cuatro mediciones dependiendo el punto de muestreo.

El monitoreo de pH realizado muestra que para los puntos analizados en el río Huasco y en los canales de riego señalados, se tiende a mantener un valor cercano a 8,2. Igual situación se presenta en los drenes analizados donde los valores de pH están alrededor de 7,7. Para los pozos de observación, el pH del agua tiende a ser cercano a 7,0.

La CE se presenta cercana a los 2,8 dS/m en promedio para los puntos de muestreo ubicados en el río Huasco y en los canales de riego considerados este valor alcanza un promedio de 2,7 dS/m. Por otra parte, los drenes tienden a valores de CE cercanos a los 3 dS/m (3,14 promedio).

La valores de CE medidos en los pozos de observación, presentan importantes variaciones entre ellos, dependiendo de su ubicación en el área de estudio. Se puede observar que los pozos cercanos y bajo la cota de canales de riego presentan CE entre 3 y 4 dS/m. La mayor parte de los pozos de observación presentan valores de CE cercanos a 5 dS/m, a excepción del pozo N°34 donde se presentan valores de alrededor de 27 dS/m.

4.1.5.2 Conclusiones

En general la totalidad de los puntos de muestreo presentan aguas con muy altos contenidos salinos y además existe presencia media de sodio lo que implica un potencial peligro de sodificación en los suelos, al ser utilizadas como aguas de riego sin los adecuados manejos de riego.

De acuerdo a la NCh 1333, en cuanto al contenido de macroaniones, los sulfatos y cloruros exceden los límites máximos establecidos y de entre los macrocationes, sólo el potasio se presenta fuera del rango establecido por FAO como valores normales en aguas de riego.

Finalmente, la utilización de las aguas para fines de regadío, en especial la del río Huasco, debe considerar aspectos de volúmenes de lixiviación y ser utilizada para el riego de especies tolerantes a las sales, con el fin de evitar el deterioro de los suelos y consecuentemente, afectar los niveles de producción agrícola del valle.

4.1.6 Caracterización del Sistema Acuífero

4.1.6.1 Funcionamiento Hidrogeológico

El acuífero del valle del Río Huasco se ha formado por la acumulación de material detrítico permeable del tipo grava, arena, bolones y arcilla, el cual sobreyace a la roca fundamental. Estas

rocas para efectos hidrogeológicos se pueden considerar impermeables y conforman las condiciones de borde del acuífero, tanto laterales como de fondo. (Álamos y Peralta, 1987; CEDEC, 1985)

A partir de Freirina hacia la costa se produce una secuencia sedimentaria con carácter de acuífero confinado o semiconfinado, dado por la presencia de estratos intermedios de arcilla y fósiles que confinan a los estratos inferiores.

Desde la ciudad de Vallenar hasta Freirina la potencia media del acuífero es del orden de 45 m. A partir de Freirina, se desarrolla el acuífero freático superior con una potencia media de 10 m y uno confinado inferior a partir de los 30 m de profundidad con una potencia media de 15 m. (IPLA Ingenieros Consultores, 1986)

De acuerdo con lo descrito por Álamos y Peralta, el funcionamiento hidráulico es tal que las entradas de agua al sistema hidrogeológico se producen por infiltración directa desde el río como también de las precipitaciones; por entradas laterales en forma subterránea desde las quebradas tributarias, y subordinadamente por infiltración desde el sistema de riego tanto en canales matrices como secundarios así como por la aplicación directa de agua de regadío de los predios.

Las salidas se producen en forma subterránea hacia el mar, por evaporación directa y evaporación en zonas de alto nivel freático y la existencia de zonas de vegetación freatófita; otra salida la constituyen las vertientes localizadas en el propio río; finalmente se menciona la salida artificial mediante bombes, destinados a abastecer la demanda de agua para fines de agua potable, industrial y de regadío, siendo esta última descarga probablemente la más importante.

4.1.6.2 Potencia de los Acuíferos

En base a antecedentes estratigráficos de sondajes se identificaron 5 unidades, cuyas características más relevantes se describen a continuación:

- Unidad 1

Conforma un acuífijo con potencias variables entre 5 y 12 metros. Su posición estratigráfica corresponde a la unidad superior del relleno sedimentario, es decir, su techo está constituido por la superficie del terreno y su base por el techo de la unidad 2.

- Unidad 2

Corresponde a un acuífero confinado por la unidad 1 y su potencia media es de aproximadamente 10 metros.

- Unidad 3

La potencia máxima reconocida en Huasco Bajo a través de sondaje, es del orden de 20 metros. Su techo lo constituye la unidad 2, y su base la unidad 4.

- Unidad 4

Su potencia en el Huasco inferior es variable entre 5 y 15 metros siendo su espesor mayor en la ribera sur del Valle. Su techo corresponde a la unidad 3 y su base a la unidad 5.

- Unidad 5

Es la unidad más profunda; subyace a la unidad 4 y corresponde a un acuífijo cuya potencia máxima reconocida es del orden de 110 metros. Su base no ha sido reconocida, sin embargo, es probable que corresponda a la roca fundamental impermeable.

4.1.6.3 Características Elásticas

A partir de Freirina el sistema hidrogeológico acusa el nacimiento de un complejo acuífero confinado, desarrollado a lo largo de dos niveles cuya potencia, sin incluir las capas confinantes, no sobrepasa los 20 metros.

Consecuentemente con ello, la transmisibilidad acusa un descenso sustancial producto del mayor aporte de finos que presenta el sistema los valores no superan los 800 m²/día y un valor representativo del sector es de 600 m²/día.

4.1.6.4 Movimiento del Flujo Propio de la Napa

En El Jilguero, el caudal subterráneo es nulo. Aguas abajo de este punto, el valle se ensancha y la superficie evidencia la existencia de un sector netamente influyente, es decir, el río acusaría pérdidas. Sin embargo dicho sector no alcanza más allá de 2 km, distancia a partir de la cual la superficie se transforma en efluente, manteniendo dicha característica hasta la desembocadura.

4.1.6.5 Variaciones del Nivel Estático de la Napa

Con base en la información contenida en el estudio de Álamos y Peralta (1987) las variaciones de nivel estático de la napa subterránea en 4 sondajes analizados en Huasco, presentan una variación entre un nivel máximo de 12,6 m y un mínimo de 0,1 m.

4.1.6.6 Recarga del Sistema

- Infiltración de Riego

Como infiltración de riego se ha definido el exceso de agua aplicada en cada riego que percola a través del suelo y finalmente se incorpora al embalse subterráneo.

Es altamente probable que el exceso de agua aplicada en las terrazas altas, se transforme exclusivamente en flujo subsuperficial apareciendo posteriormente en niveles más bajos y finalmente en el río como retorno de riego. Como aporte directo del riego debiera por lo tanto

considerarse el agua infiltrada en las terrazas bajas, inmediatas al río y en algunos sectores por filtración directa de canales de riego que se considera mínima y muy focalizada.

- Conexión río-acuífero

Tanto la profundidad de los niveles como las fluctuaciones que ellos evidencian, indican como único sector susceptible de recibir aporte del río, el tramo entre El Jilguero y la ciudad de Vallenar. Aguas debajo de éste, el estado de saturación del sistema permite la existencia de aporte básicamente entre riegos.

4.1.6.7 Antecedentes Existentes de Pozos Profundos

De acuerdo a antecedentes proporcionados por la D.O.H. regional, en la zona de Huasco y Freirina existen 7 pozos profundos que cuentan con monitoreos de profundidad de la napa, con una frecuencia relativamente periódica desde 1980 al 2001.

En los valores promedio estacionales de los pozos se observa que el nivel freático tiende a estar más cerca de la superficie del suelo (promedio estacional) en los meses de primavera verano con una leve diferencia respecto a los meses de invierno, pero por otra parte al considerar los valores promedio de cada mes, se tiene que en 3 de los 5 pozos que se encuentran al interior del área de estudio, el agua se encuentra más cercana a la superficie entre los meses de octubre y enero.

Cabe señalar que el Pozo N° 12 es el único que presenta el nivel freático en el rango de medición de los pozos de observación que se instalaron en el área de estudio. Además, las mediciones promedio de este Pozo para los meses de primavera verano (0,92 m), se acercan a los valores medidos en los Pozos de Observación 11 y 13 instalados por el Consultor, donde en promedio (diciembre a marzo), el nivel freático se encuentra a los 1,28 m de profundidad. Estos pozos se encuentran ubicados en una cota más baja que el de las mediciones de la D.O.H.

Los niveles freáticos promedio para el resto de los Pozos, se encuentran a más de los 2 m de profundidad por lo que no se pueden establecer comparaciones absolutas con los pozos de observación instalados por CICA.

4.1.6.8 Recomendaciones Estudio Hidrogeológico

Sobre la base de la escasa información existente acerca de la hidrogeología de la parte baja del río Huasco, que impiden conocer con certeza la profundidad de la estrata impermeable e influencias de los acuíferos existentes, se hacen las siguientes recomendaciones para estudiarse a futuro:

1. Continuar con la campaña de monitoreo del nivel freático en los 38 pozos de observación instalados durante la Consultoría, con la misma frecuencia planificada (1 mes) y durante un mínimo de 1 año.
2. Realizar Sondajes Eléctricos Verticales (SEV), a lo largo del río Huasco en la zona del proyecto de drenaje, con transversales debidamente dispuestos.

3. Realizar 3 sondajes como mínimo, para cubrir eficientemente toda el área y de esta forma generar perfiles estratigráficos adecuados y calibrar los SEV. Cada sondaje debe llegar a un acuífero distinto de manera de definir posibles interacciones entre ellos.
4. Realizar un modelamiento del acuífero en el programa MODFLOW o similar con los datos recopilados, de manera de ver el comportamiento del acuífero con y sin el sistema de drenaje. El modelo debería ser evaluado en régimen transiente y bajo distintas situaciones hidrológicas distribuidas en el tiempo, debidamente calibrado con los pozos de observación existentes y sondajes de mayor profundidad, conociendo la forma del basamento y de los estratos acuíferos y particularmente las propiedades acuíferas principales (T, K, S, n).

4.1.7 Catastro de la Infraestructura de Canales y Drenes Existentes

4.1.7.1 Antecedentes Generales

Gran parte del trayecto del río en el área de estudio, se encuentra encajonado por un muro de bolones construido a raíz de la crecida del río Huasco en el invierno de 1997 que dejó gran parte de las zonas de cultivos bajo su cauce, modificando el trayecto que tenía hasta antes de este evento. Como consecuencia de este fenómeno climático, muchas de las obras de infraestructura de riego como bocatomas compuertas de admisión o secciones revestidas de los canales fueron destruidas y vueltas a construir en un lugar distinto al que ocupaban anteriormente.

El objetivo principal de este capítulo es describir en forma clara la situación actual de cada uno de los canales y drenes existentes en el área de proyecto.

4.1.7.2 Metodología de Trabajo

La metodología utilizada consistió en un reconocimiento general de área de estudio y un recorrido individual de los canales y drenes existentes.

El recorrido se realizó desde la bocatoma de los canales o el inicio de los drenes, describiendo y graficando en monografías los puntos singulares del trayecto, que se presentan en el Anexo 4.4. Además se tomó por lo menos una fotografía como apoyo visual de cada punto analizado, que se incluyen en el registro fotográfico (Anexo 11).

Esta información se complementó, con la obtenida en forma directa con la Junta de Vigilancia del río Huasco y con las personas encargadas de cada uno de los canales recorridos.

4.1.7.3 Descripción de los Canales

Dentro del primer grupo tenemos: Canal San Juan, Canal Lo Castillo, Canal Madariaga y Canal La Cachina. En el caso del segundo grupo se tiene: Canal García Campusano, Canal Mirador, Canal Bellavista, Canal Las Tablas, Canal El Pino, Canal Freirina y Canal Del Bajo.

a. Canales Ribera Norte

Canal San Juan

Este canal comienza antes de la cuarta sección del río Huasco, de tal forma que el recorrido que se realizó abarcó sólo el tramo incluido en esta última sección.

En general, presenta durante todo su recorrido una geometría de su sección y profundidad irregular. Dentro del área de proyecto, su largo alcanza unos 8.200 m aproximadamente. La superficie de riego que abarca este canal incluye todos aquellos sectores ubicados en la parte alta de la ribera norte.

Canal Lo Castillo

Este canal posee una bocatoma conformada por patas de cabra y bolones. Posee una sección trapezoidal de geometría regular y una baja presencia de malezas en gran parte de su extensión.

Posee una longitud aproximada de 3.600 m, regando principalmente el sector de Los Loros.

Canal Madariaga

La bocatoma de este canal está conformada con restos de varios materiales como troncos bolones y planchas zincadas. Durante su recorrido de aproximadamente 12 km el canal presenta una sección de geometría heterogénea, encontrándose en algunos lugares una sección y profundidad irregular, con abundante presencia de malezas. En otros, sin embargo, la sección presenta regularidad y una baja presencia de malezas.

Este canal posee obras como compuertas metálicas, gaviones y pasos bajo nivel, los cuales en términos generales se encuentran en buen estado de conservación.

Canal La Cachina

La bocatoma de este canal se encuentra formada principalmente por una acumulación de materiales como bolones y tierra, teniendo en su base una especie de gavión para desviar el agua. Las obras que se observan en su recorrido presentan un buen estado de conservación, ya que la mayor parte de ellas tienen una construcción reciente.

En general la sección del canal presenta una homogeneidad durante todo su trayecto y un control adecuado de las malezas. Posee un largo aproximado de 5000 m, recorriendo el valle por el costado norte del río.

b. Canales Ribera Sur

Canal García Campusano

Este canal se inicia antes de la Cuarta Sección del río Huasco. Durante su recorrido presenta diferencias tanto de sección como de profundidad, con un largo aproximado de 2.500 m dentro del área de proyecto. Posee la cota más alta de todos los canales de la ribera sur del río.

Canal Mirador

Este canal presenta una bocatoma ubicada a unos 50 m al sur poniente de la compuerta de admisión. Está formada principalmente por una acumulación de materiales como bolones y tierra.

Presenta una compuerta de admisión metálica, en buen estado de conservación; no posee compuerta de descarga. Existe un vertedero de seguridad constituido por bolones y una pata de cabra en regular estado.

La sección del canal durante todo su recorrido presenta homogeneidad, sin acumulación de malezas o escombros, lo que permite que la buena conducción del agua.

Este canal termina en el fundo El Mirador entregando el agua a un tranque, con un largo aproximado de 10.000 m. Además se encuentra conectado con el canal Bellavista con el fin de entregar agua en el caso de una emergencia.

Canal Bellavista

La bocatoma se encuentra ubicada 100 m al oriente de la compuerta de admisión del canal troncal. Está formada principalmente por una acumulación de materiales como bolones y tierra. Se forma de un canal troncal, a partir del cual deriva conjuntamente con el canal Las Tablas..

Presenta una sección trapezoidal de geometría regular durante todo su recorrido con un buen estado de mantención.

Presenta obras de mejoramiento durante su trayecto que es de aproximadamente 10.000 m gracias a un proyecto financiado por INDAP que permitió revestir 2.000 m del canal en lugares críticos.

Canal Las Tablas

Posee una bocatoma unificada con el canal Bellavista. Éste se forma a partir del mismo canal troncal. En la derivación existe una compuerta metálica, en buen estado de conservación.

La sección del canal es regular durante gran parte de su longitud, que es de 2.600 m aproximadamente, presentando un buen estado de mantención y limpieza

Canal El Pino

Este canal presenta una bocatoma constituida principalmente por patas de cabras y bolones. Durante su trayecto, se observa una sección de geometría y profundidad regular con una baja presencia de malezas o escombros. Las obras que se encuentran en su recorrido como canoas o pasos bajo nivel presentan un buen estado de conservación.

Este canal tiene una longitud de aproximadamente 4.000 m, recorriendo la parte final del valle por el costado sur del río.

Canal Freirina

A partir de una acumulación de agua formando una zona de vega con totoral, se encauza el canal en forma precaria para recorrer por el costado de la línea férrea un trayecto de aproximadamente 2.500 m. En su trayecto se observa en general una sección pequeña e irregular con un bajo caudal.

Canal El Olivar

Debido a las crecidas de 1997, este canal dejó de ser usado por cuanto el túnel que conducía el agua en una parte de su trayecto colapso, impidiendo el paso de ésta. A partir de este hecho el agua para los usuarios de este canal es extraída del canal Bellavista.

4.1.7.4 Drenes

La red de drenaje existente en el área de proyecto está constituida principalmente por varios colectores zanja, no ligados entre sí, sobre los cuales se descargan laterales abiertas y en algunos casos tapadas. Esta red de drenaje tiene como dren principal el río Huasco, el cual recoge los excedentes proveniente de los colectores.

En general, la mayor parte de ellos se encuentran abandonados, no presentan mantención, poseen sección y profundidad irregular, gran acumulación de malezas y estancamiento de agua.

a. Drenes Sector Las Tablas

La red de drenes que recorre este sector esta compuesta principalmente por dos tipos de drenes, uno de baja profundidad de drenaje superficial que va junto a la línea del tren y los otros de drenaje subsuperficial compuestos por colectores y drenes.

b. Drenes Sector Los Lirios - La Camelia

Dentro de este sector se pueden observar drenes abiertos que se recorren los predios del sector generalmente en forma paralela al curso del río, cortadas por zanjias primarias que entregan los excedentes de agua al río Huasco.

En general, no se aprecia mantención en los drenes, existiendo una alta presencia de malezas y una pendiente irregular que dificulta el libre tránsito del agua.

c. Drenes Sector La Cachina

En este sector se encuentran dos redes de drenaje independientes uno del otro. El primero de ellos está conformado por un colector que corre en forma paralela al cauce del río, sobre el cual se descargan laterales trazadas en forma perpendicular.

La otra red de drenaje se ubica en el lado norte del cauce del río. Está formado por un colector el cual avanza en forma paralela al camino ubicado en la ladera norte del valle. Las laterales que descargan en este colector también van en forma perpendicular, pero con una longitud y separación irregular (150 m aprox.).

En ambos casos, los colectores como las laterales son zanjias abiertas, las cuales presentan una baja mantención, talud y profundidad irregular, acumulación de malezas, no cumpliendo con la finalidad que fueron construidos.

4.1.8 Especies de la flora y fauna en categorías de conservación

El número de especies florísticas en Categoría de Conservación en la Región de Atacama alcanza a 11, donde 9 de ellas corresponden a especies vulnerables y 2 de ellas a especies raras. Dentro de las especies vulnerables se encuentran por ejemplo *Azorella compacta* (Llaretá), *Deuterocochnia chrysantha* (Chaguar del jote) y *Prosopis chilensis* (Algarrobo), mientras que se mencionan como especies raras a *Asteriscium vidali* (Anisillo) y *Pintoa chilensis* (Pintoa).

Dentro de las especies faunísticas en Categorías de Conservación se encuentran 33 aves, 12 mamíferos, 8 peces, 3 reptiles y 2 anfibios.

Las especies en peligro de extinción alcanzan un número de 6, donde se tienen:

- 3 aves: *Pterocnemi pennata* (Suri), *Falco peregrino* (Halcón peregrino boreal) y *Cyanoliseus patagonus* (Tricahua)
- 2 mamíferos: *Chinchilla lanigera* (Chinchilla chilena) *Chinchilla brevicaudata* (Chinchilla andina)
- 1 pez: *Basilichtys microlepidotus* (Pejerrey)

El resto de las especies están en categoría de especies vulnerables (29), especies raras (7) y especies inadecuadamente conocidas (12).

Las especies que se encuentran relacionadas con el área del proyecto de drenaje son las aves que encuentran en las vegas y pajonales un hábitat para alimentarse, para vivir, aparearse y/o nidificar, según sean sus hábitos específicos. A las aves se agregan los anfibios y los reptiles. El resto de las especies no se encuentran relacionados con los humedales y entorno inmediato, aún cuando pueden transitar por ellos, por la movilidad que poseen.

4.1.9 Adaptabilidad edafoclimática de las especies cultivables

El desarrollo óptimo de un determinado cultivo involucra requerimientos muy específicos de suelo y clima. En el caso del suelo influyen condiciones físicas y químicas tales como salinidad, sodicidad, fertilizantes, macro y microelementos, textura, estructura, profundidad, etc. En el clima inciden los días-grados y horas frío, principalmente, como elementos agroclimáticos.

4.1.9.1 Adaptación de especies cultivables al clima

Los principales elementos que determinan la adaptación de las especies climáticas, están referidos a temperaturas, suma térmica y número de heladas que fueron presentados en el Capítulo de Clima y Agroclima de la presente consultoría para el Distrito Agroclimático Huasco-Maitencillo.

La información de los requerimientos climáticos de las especies actuales y propuestas que se presentan ha sido obtenida de publicaciones del Centro de Información de Recursos Naturales del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. El detalle de esta información se presenta en el Anexo 4.5.

Análisis de la información

Los cultivos actuales o seleccionados para la Situación Con Proyecto de la presente Consultoría son especies que se pueden diferenciar y agrupar en cuanto a la sensibilidad a las heladas, horas-frío y días-grado. Sin embargo, de acuerdo a antecedentes agroclimáticos, la incidencia de heladas es nula, debido a que existe una fuerte influencia marina en el distrito donde se encuentra inserta el área de estudio, por lo que este parámetro queda fuera de todo análisis.

Requerimientos de temperatura

Los cultivos se pueden agrupar por rangos de suma térmica, existiendo cultivos poco demandante en requerimiento térmico (450 a 1100 D-G) como ají, cebolla, pepino dulce, tomate, melón, pimiento morrón, tomate y damasco y cultivos medianamente demandante de temperatura (690 a 1500 D-G) como membrillero, sandía y olivo.

De acuerdo a estas exigencias, en el área de estudio se satisfacen ampliamente los requerimientos térmicos de todos los cultivos incluyendo los frutales, como el olivo que es el más demandante.

Requerimientos de Frío

En el área de estudio no existe información sobre acumulación de horas de frío, por la influencia marina que posee el clima de esta área, pero se estima que esta acumulación debiera ser muy baja si consideramos que la temperatura mínima media para el mes de julio en el Distrito Agroclimático Huasco-Maitencillo es de 8,8 °C.

De acuerdo a lo anterior, se tiene que el olivo sería el frutal más adaptado a las condiciones de acumulación de frío existentes en el área de estudio, ya que es el menos demandante de horas frío. El membrillero, a pesar de presentar un mayor requerimiento de frío que el olivo, igual se ha adaptado al área no obstante que ha sido tratado como un cultivo marginal.

En cuanto al damasco, que presenta en promedio los requerimientos más altos de frío, se deben incorporar variedades o cultivares de bajos requerimientos que ya han sido probados en la cuenca del río Choapa y Elqui.

4.1.9.2 Adaptación de especies cultivables al suelo

La adaptabilidad de las especies sugeridas para en el desarrollo de esta consultoría, según diversos parámetros que definen los suelos, fue tomada de los estándares publicados por CIREN-CORFO (Anexo 4.5).

Al comparar los estándares con los valores de las Fases de suelo presentes en el área de estudio, se determinó la adaptabilidad de los cultivos en condiciones de suelo Actual y Con Proyecto para un mismo patrón productivo.

La mayor parte de los cultivos presentan Limitaciones Severas, principalmente debido a las condiciones de drenaje, salinidad y profundidad de los suelos. Los cultivos mejor adaptados a estas condiciones son el olivo y el membrillero, que presentan Limitaciones Moderadas. En la Fase PNA-Var. D3 W1S (7,5 % de los suelos en estudio), debido a condiciones de drenaje pobre, la mayoría de los cultivos califican en el rango Excluido, al igual que en el Misceláneo Pantano (5,7 % de los suelos).

Para la Situación Con Proyecto, una vez mejorada la condición de drenaje de los suelos a la Clase Imperfectamente Drenado, los cultivos califican en su mayoría con Ligeras Limitaciones. Algunos cultivos presentan Limitaciones Moderadas, como el olivo, brócoli, zapallo, cebolla y melón, debido a que la salinidad de los suelos no podrá ser llevada a los valores óptimos para estas especies, dada la salinidad de las aguas de riego (2,7 dS/m, en promedio para canales), y de los conceptos de lixiviación explicados en el capítulo sobre balance hídrico.

Los cultivos más sensibles a la salinidad propuestos en la situación con proyecto son la cebolla, lechuga, zanahoria, pimiento, ají y damasco. En ellos es esperable que los rendimientos no sean los óptimos.

Con la habilitación de los suelos se espera que la salinidad a que se sometan los cultivos sea muy cercana a la de los canales de riego, con valores del orden de $2,7 \text{ dS m}^{-1}$, y por consiguiente, los cultivos tendrán una disminución de la producción entre un 16,7% a 26,2%.

4.1.9.3 Conclusiones

De acuerdo al análisis agroclimático realizado, se puede concluir que en general, no existen limitaciones agroclimáticas para los cultivos y frutales propuestos en la Situación Con Proyecto, dentro de los rangos de tolerancia o necesidad de cada uno de ellos.

Por otra parte, el suelo en las condiciones de manejo actuales presenta gran parte del patrón productivo analizado, limitaciones de carácter moderado (LM), severo (LS) a exclusión total (E). Al considerar el manejo del suelo en Situación Con Proyecto, con sistemas de drenaje funcionando y riego con técnicas de lavado de sales, se puede esperar que las limitaciones sean de carácter ligero (LL) a moderado (LM) dado principalmente por el contenido salino final de los suelos.

De acuerdo a lo anterior, los suelos representan la limitante más importante dentro del área de estudio, por lo que se consideró esta variable como punto crítico sobre el aspecto climático, para la selección de las especies propuestas.

4.2 Universo Predial en Estudio y Encuesta Agropecuaria

4.2.1 Universo Predial del Área de Estudio

Las propiedades involucradas en el área en estudio y la delimitación del universo predial se determinaron a partir de:

- Catastro de Regantes Hoya Río Huasco. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 1983. Planos Red Hidrológica y Propiedades, escala 1: 5.000.
- Listado de Roles y Contribuciones del Servicio de Impuestos Internos, actualización 2001.
- Listado de Roles y Capacidad de Uso de los Suelos y Superficies. Servicio de Impuestos Internos, 1996.
- Encuesta agropecuaria
- Entrevistas y visitas a terreno

Según lo anterior, se determinó que las propiedades involucradas en el proyecto son 154, con una superficie de 897,806 ha.

A esta superficie se descuentan 49,635 ha por corresponder a suelos de preservación (9,031 ha) y suelos Misceláneos Aluvial (40,604 ha), además del descuento de suelos que presentan un drenaje bueno o excesivo que ocupan una superficie de 43,366 ha. Lo que finalmente, daría una superficie de estudio igual a 804,805 ha.

A partir del listado con las propiedades involucradas en el estudio, se ordenaron los roles de menor a mayor según superficie total con el fin de poder realizar la estratificación predial.

4.2.2 Estratificación Predial

Se estableció una tipología para el universo de predios, en base a las características de tamaño de la explotación, nivel tecnológico y comercialización de la producción. Según la superficie total del predio, se establecieron cuatro estratos de tamaño, de acuerdo a los siguientes rangos:

- Estrato 1 0,01 ha a 1,99 ha
- Estrato 2 2,00 ha a 4,99 ha
- Estrato 3 5,00 ha a 14,99 ha
- Estrato 4 $\geq 15,00$ ha

Estos Estratos se definieron además considerando que cada estrato debe representar por lo menos un 10% del Universo Predial, de tal forma que su importancia como grupo sea relativamente homogéneo dentro del área de estudio. Sin embargo, la representatividad de cada Estrato se mantuvo entre un mínimo de 7,79% y un máximo de 38,96% del total de los predios, según se observa en el Cuadro N° 4.1

Se destaca que el valor inferior a 10% ocurre exclusivamente en el Estrato 4, se debe a que en el área de estudio existe un bajo número de predios con superficies mayores o iguales a 15 ha, los cuales al realizar el estudio en terreno, redistribución de predios en función a las superficies de mal drenaje y elección de predios a encuestar, finalmente determinaron un porcentaje cercano al 8%, valor igualmente representativo en términos estadísticos.

En el Cuadro N° 4.1 se presenta un resumen del número de predios identificados para el área de estudio, agrupados por estrato de tamaño.

Cuadro N° 4.1
Número y Porcentaje de Predios Totales y Encuestados
del Área de Estudio, Según Estrato de Tamaño

	Predios Totales (n°)	Porcentaje del Total (%)	Predios Encuestados (n°)	Porcentaje del Estrato (%)
Estrato 1	60	38,96%	10	16,67%
Estrato 2	53	34,42%	6	11,32%
Estrato 3	29	18,83%	13	44,83%
Estrato 4	12	7,79%	6	50,00%
Total	154	100,00%	35	22,73%

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3 Selección de Predios Encuestados

Sobre la base de lo ofrecido para el desarrollo de la Consultoría, se estimó que una muestra equivalente al 10% del Universo Predial representaba un tamaño suficiente para efectos del análisis, sin embargo, con el fin de asegurar la evaluación y el cumplimiento de los objetivos trazados para el estudio, se obtuvo una muestra que representa el 22,73% de la población (Cuadro N° 4.1).

Los predios encuestados fueron seleccionados al azar, sin embargo, en esta selección se consideró tomar roles con superficies pequeñas, medias y grandes dentro de cada estrato, de manera que cada grupo de predios quedara completamente representado por las propiedades encuestadas.

4.2.4 Situación Actual del Área de Estudio a Partir de la Encuesta

La Situación Actual se define como la condición real que presenta el área de estudio y que se determina en función a lo informado por los agricultores al momento de la encuesta.

A partir de estos antecedentes, fue posible obtener alguna información general y específica relativa al tipo de tenencia (propietario, arrendatario, mediero, ocupante u otra), y al manejo agronómico con la finalidad de caracterizar técnica, productiva y económicamente al sistema de producción, además de establecer los tipos de explotación relevantes.

También fue posible obtener información respecto al grado de conocimiento de los agricultores sobre el proyecto, y las restricciones y expectativas de manejo que ellos enfrentan.

4.2.4.1 Caracterización General de los Aspectos Socioeconómicos, Administrativos y Productivos del Área de Estudio

A continuación se presenta la caracterización y análisis de los estratos de tamaño representativos, en los aspectos relativos a la superficie predial, estructura de la propiedad y características productivas y de comercialización.

a. Caracterización de la Superficie

Según la información proporcionada por el Cuadro N°4.2, la superficie total del área de estudio que involucra a los predios que presentan suelos con drenaje limitado, comprende una superficie total de 897,806 ha de las cuales el 89,64% tienen drenaje limitado y están fuera de la zona de conservación, es decir 804,805 ha, las cuales se establecen como base para el desarrollo del proyecto, situación que determina que 40,55% de esta superficie con mal drenaje (326,387 ha) fue incluida dentro de las encuestas realizadas, lo que significa un porcentaje de representatividad adecuado para la evaluación y diagnóstico de la Situación Actual.

A pesar de que dentro del Universo Predial el mayor número de predios se presenta en los dos primeros Estratos, 60 y 53 predios respectivamente, estos representan bajos porcentajes de la superficie total del sistema, 7,88% (70,773 ha) y 18,15% (162,952 ha), respectivamente. Mientras que sólo el Estrato 4 con 12 predios abarca el 48,22% de la superficie total del área de estudio.

En relación a la superficie promedio de cada Estrato entre el Universo Predial y los Predios Encuestados, se observa que estas son relativamente similares, lo que significaría que en relación al tamaño del predio existe una adecuada representatividad del sistema.

Se destaca que dentro del área de estudio, en todos los Estratos predomina la superficie de suelo con riego y solamente en el Estrato 4 los suelos sin riego alcanzan mayores porcentajes promedio dentro de un predio, 43,6%, lo que ocurriría debido a que estas propiedades involucran extensas superficies de cerros que están consideradas dentro de la superficie total.

Cuadro N° 4.2
Superficie Predial Total y Promedio para el
Universo Predial y Predios Encuestados, Según Estrato de Tamaño

	Universo Predial					Predios Encuestados				
	Predios (n°)	Superficie Total (ha)	%	Superficie Drenaje Limitado (ha)	%	Predios (n°)	Superficie (ha)	%	Superficie Drenaje Limitado (ha)	%
Superficie Total										
Estrato 1	60	70,773	7,88 %	64,149	7,97 %	10	10,948	3,05 %	10,394	3,18 %
Estrato 2	53	162,952	18,15 %	141,900	17,63 %	6	19,580	5,45 %	16,751	5,13 %
Estrato 3	29	231,180	25,75 %	195,904	24,34 %	13	105,391	29,31 %	90,056	27,58 %
Estrato 4	12	432,901	48,22 %	402,852	50,06 %	6	223,597	62,19 %	209,386	64,11 %
Total	154	897,806	100 %	804,805	100 %	35	359,516	100 %	326,587	100 %
Superficie Promedio										
Estrato 1	60	1,179		1,069		10	1,095		1,039	
Estrato 2	53	3,074		2,677		6	3,263		2,792	
Estrato 3	29	7,970		6,755		13	8,107		6,927	
Estrato 4	12	35,330		33,571		6	37,266		34,898	
Total	154	5,830		5,226		35	10,272		9,331	

Fuente: Elaboración propia.

b. Características de la Propiedad

- Sistema de Tenencia

La única forma de tenencia de la tierra corresponde a propietarios individuales o sucesión por herencia.

Los propietarios registran dominio de propiedad vigente en el Conservador de Bienes Raíces. En efecto, el 100% de las propiedades del Estrato 2 y el 77% y 67% de las del Estrato 3 y 4 están inscritas, en tanto que las otras tienen calidad de sucesiones no legalizadas aún, según datos de la encuesta aplicada.

- Infraestructura Predial

Según la información de la encuesta, se puede decir que las casas y bodegas de almacenamiento son las infraestructuras prediales que mayormente se presentan en los predios del área de estudio.

Los galpones y oficinas solamente se presentan en el Estrato más grande. Se deduce que la mayor capacidad empresarial y administrativa que tendrían estos predios conlleva a tener una mejor infraestructura predial acorde con el nivel de producción y comercialización.

Las divisiones prediales están bien estructuradas por cercos de alambres de púa en postes de madera.

Los drenes tanto abiertos como cerrados son una característica común a todos los predios de la zona, evidenciando los problemas de drenaje que tienen los suelos y el grado de mejoramiento que los agricultores han desarrollado. Se cuenta con más drenes abiertos que cerrados y en el 67% de los predios grandes se evacua el agua en exceso.

- Servicios Básicos

Los servicios básicos evaluados en la encuesta corresponden a disponibilidad de agua potable, electricidad y línea telefónica al interior de las propiedades. Además, se evaluó dentro de este ítem si los agricultores cuentan o no con movilización propia.

La disponibilidad de los servicios básicos, energía eléctrica y agua potable, evaluados en la encuesta alcanza porcentajes hasta del 70% y 80% (Estrato 1), respectivamente. Solamente en el Estrato 2 se observa un menor abastecimiento de estos servicios ya que ambos fueron informados por el 33,33% de los predios. Dentro de estos dos servicios básicos, la diferencia se presenta en que la disponibilidad de energía eléctrica es mayor en relación al agua potable dentro de los Estratos 1, 3 y 4.

Respecto al servicio telefónico este se encuentra presente en el Estrato 2 y 4 en un 33,33% de los predios, mientras que en el Estrato 1 y 3 solamente alcanza al 10% y 23,08%, respectivamente.

Todos los Estratos presentaron más de un 40% de movilización propia, siendo el Estrato 4 quien muestra el mayor valor para este ítem (66,67%).

c. Antecedentes Sociales

- Antecedentes Familiares

Se destaca que los porcentajes de los predios que se informan como habitados, en algunos casos es mayor que los predios que informaron tener casas en sus propiedades, situación que ocurre debido a que, según el criterio utilizado para hacer la encuesta, muchos agricultores que informan vivir en sus propiedades no necesariamente habitan el rol encuestado sino otro u otros roles adyacentes que también son parte de sus propiedades manejándolas juntas como una sola explotación.

Entre un 30% al 66,67% de los predios encuestados están habitados en los Estratos de tamaño 1 y 2, sin embargo las distancias en el Valle son relativamente cortas y la administración la ejercen los propietarios o personal contratado para la función.

Respecto al grupo familiar este se compone de padre, madre y de dos a cuatro hijos.

- Educación del Grupo Familiar

Dentro de las personas que informaron la presencia de “padres” en sus familias, se observa que el nivel de educación que alcanzan estas personas, que en promedio presentan entre 51 y 63 años de edad, es relativamente bajo. Ninguno de ellos informó haber asistido a cursos universitarios y los niveles de enseñanza técnica, completa e incompleta, no se informan o se observan en bajos porcentajes en todos los Estratos.

En relación a las madres, que promedian en edad alrededor de 54 años, se observa en términos generales un bajo nivel educacional, ya que la educación se concentra en los cursos de enseñanza media, al igual que los hombres.

Respecto a los hijos, en comparación a los padres y madres, esta generación muestra un mayor porcentaje con gente dentro de la enseñanza media y universitaria completa en los cuatro Estratos.

En general, aunque existe una gran deficiencia educacional dentro del área de estudio, los datos informados muestran que, actualmente, la educación ha tenido un avance en relación a años anteriores debido a que un mayor número de niños y jóvenes han tenido acceso a ella.

d. Caracterización Técnico Productiva

El nivel tecnológico del sistema agropecuario se evaluó desde el punto de vista de la tracción, ya sea mecánica o animal, uso de pesticidas y uso de fertilizantes empleados en el proceso productivo.

- **Estructura Productiva**

La estructura productiva del área de estudio detalla las especies agrícolas y las superficies promedio y totales descritas por los agricultores.

La estructura productiva que se identificó en la zona de estudio es la siguiente:

- Estrato 1 Olivo – Huerto familiar
- Estrato 2 Olivo – Membrillero
- Estrato 3 Olivo – Huerto familiar - Hortalizas
- Estrato 4 Olivo

Esta información se muestra resumida por Estrato en los Cuadros N° 4.3 y N° 4.4. En el primero se muestra el porcentaje de predios que informan especies agrícolas, mientras que el segundo muestra la superficie agrícola total y promedio por predio, además de las hectáreas totales de los predios encuestados y el valor porcentual respecto a la superficie total.

Cuadro N° 4.3
Porcentaje de Predios Agrícolas en el Área de Estudio, por Especie,
Según Estrato de Tamaño (%)

Especies Agrícolas y Silvícolas (%)	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Cultivos y Hortalizas	10,00%		15,38%	
Chacras			50,00%	
Zapallo Guarda	100%			
Tomate	100%			
Coliflor			50,00%	
Acelga			50,00%	
Zanahoria			50,00%	
Frutales	100%	83,33%	92,31%	83,33%
Olivo	100%	100%	100%	100%
Membrillero		20,00%	8,33%	
Peral	10,00%			
Huerto Guindo	10,00%			
Forestales				16,67%
Eucalipto				100%

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los porcentajes determinados para cada especie están calculados en función de los agricultores que informaron tener cultivos y hortalizas, frutales y forestales, según corresponda.

Cuadro N° 4.4
Patrón Productivo Silvoagropecuario del Área de Estudio, Según Estrato de Tamaño

Especies Agrícolas y Silvícolas	Estrato 1		Estrato 2		Estrato 3		Estrato 4		Total Predios Encuestados	
	Superficie (ha)		Superficie (ha)		Superficie (ha)		Superficie (ha)		Superficie Total (ha)	%
	Total	Promedio	Total	Promedio	Total	Promedio	Total	Promedio		
Cultivos y Hortalizas										
Chacras					0,500	0,500			0,500	0,139%
Zapallo Guarda	0,012	0,012							0,012	0,0033%
Tomate	0,014	0,014							0,014	0,0039%
Coliflor					0,200	0,200			0,200	0,056%
Acelga					0,250	0,250			0,250	0,070%
Zanahoria					2,000	2,000			2,000	0,556%
Frutales										
Olivo	9,953	0,995	11,536	2,307	56,410	4,701	156,770	31,353	234,665	65,272%
Membrillero			(*)	(*)	(*)	(*)			(*)	(*)
Peral	(*)	(*)							(*)	(*)
Huerto Guindo	0,0016	0,0016							0,002	0,0004%
Forestales										
Eucalipto							7,000	7,000	7,000	1,947%
Total Sup. Arable	9,981		11,536		59,360		163,766		244,643	68,048%
Sup. No Arable	0,435		3,853		21,454		35,731		61,473	17,099%
Sup. No Productiva	0,500		3,682		20,623		20,600		45,405	12,629%
Sup. Ind. Productiva	0,034		0,509		3,954		3,500		7,997	2,224%
Superficie Total	10,950		19,580		105,391		223,597		359,518	100 %

Fuente: Elaboración propia.

(*) : Superficie no informada en la encuesta debido a que involucra un número muy reducido de árboles que están entre hileras de plantaciones de olivos.

De acuerdo con la información del Cuadro N° 4.3, el olivo es la especie agrícola que predomina en toda el área de estudio. Esta especie se encuentra en todos los Estratos y en todos los predios que informaron producción de frutales, los cuales superan el 83,33% de los predios (Estrato 2) y alcanzan hasta el 100% (Estrato 1).

Otras especies frutícolas mencionadas (membrillero, peral y guindos), no son importantes dentro del área de estudio desde el punto de vista de la superficie plantada y del número de predios que los informaron.

Respecto a los cultivos y hortalizas mencionadas en la encuesta realizada a los agricultores, este tipo de producciones no es de mayor importancia dentro del sistema productivo, ya que se mencionan solamente en los Estratos 1 y 3 y por el 10% y 16,67% de los predios, respectivamente.

El rubro forestal solamente se menciona en el Estrato de mayor tamaño y por un 12,5% de los predios, lo que significa que tendría algún grado de importancia en los predios con grandes extensiones de terreno, aunque ocupando pequeñas superficies, que según fue informado, alcanzan a 7,0 ha promedio por predio (Cuadro N° 4.4).

Finalmente, el rubro ganadero no es mencionado por ninguno de los agricultores encuestados, por lo no formaría parte del sistema característico del área de estudio.

En el Cuadro N° 4.4, se destaca que del total de los predios encuestados, la superficie utilizada con plantaciones de olivos ocupa el 43,82% de la superficie total encuestada (974,11 ha), es decir, alrededor del 98% de toda la superficie que esta ocupada agrícolamente esta destinada a la producción de olivos, por lo que el sistema productivo del área de estudio queda caracterizado por las plantaciones frutales de esta especie.

- *Parámetros Técnicos*

Según los datos tomados de la encuesta, en olivos, la tracción mecánica es utilizada ampliamente. Durante los años de mantención de las plantaciones olivícolas, se refiere principalmente al trabajo de surqueadura de los suelos para mejorar el sistema de riego. Por otra parte, se utiliza también en la aradura y rastraje para la preparación de los suelos en las etapas de plantación.

Se observa el menor nivel tecnológico utilizado en los dos Estratos de menor tamaño.

El trabajo realizado utilizando tracción “manual”, la cual se estima elevada dentro del área de estudio, entre 66,67% y 100%, se refiere principalmente a los trabajos de cosecha, poda, aplicación de pesticidas con bombas de espalda y aplicación de fertilizantes, entre otros. Para estas actividades es necesario el empleo de personas que las realicen directamente, razón por la que este tipo de tracción, según se ha clasificado en la encuesta, esta tan ampliamente difundida en la gran mayoría de los predios con plantaciones de olivos.

La aplicación de fertilizantes en olivos es utilizada en todos los Estratos entre el 40% en el Estrato 1 y el 80% - 85,71% en los Estratos 2 y 3, respectivamente. El uso de pesticidas, que por lo general son herbicidas, no se extiende tanto en comparación al uso de fertilizantes.

Respecto a la calidad de las plantas, a pesar de la falta de información que existe por parte de los agricultores, principalmente en los tres primeros Estratos, se puede decir que la tendencia es a utilizar plantas propias para el replante durante los años de mantención.

En general, en el nivel tecnológico utilizado en olivos, se observa que existe una tendencia a una mejor tecnología a medida que aumenta la superficie predial, en función a los parámetros evaluados.

Respecto a los otros frutales mencionados en la encuesta, peral, membrillero y huerto de guindos, no se informaron manejos agronómicos. Sin embargo, se estima que en muchos de los casos mencionados, al encontrarse plantados entre las hileras de las plantas de olivos, recibirían el mismo manejo.

Siguiendo con la importancia relativa de las especies agrícolas que se encuentran dentro del área de estudio, las hortalizas, que son mencionadas por un pequeño porcentaje de predios, son manejadas de manera similar dentro de cada Estrato, observándose el menor nivel tecnológico en el Estrato 1 y el mejor en el Estrato 3.

Según los sistemas de riego descritos por los encuestados, se puede establecer que dentro del área de estudio los que son utilizados son de baja tecnología. El riego por tendido es mayormente ocupado en gran parte de las especies agrícolas, incluyendo frutales y hortalizas.

El riego por surco también es utilizado en predios de los Estratos 2, 3 y 4, entre un 20% y 50% de los predios.

e. Características de la Comercialización

Dentro de las especies agrícolas informadas en la zona de estudio, el peral y las hortalizas de chacarería no son destinadas a la comercialización. Lo mismo ocurre con el membrillo producido en el Estrato 2, donde un 2% se destina a consumo familiar y el resto corresponde a pérdida en terreno. Cabe considerar que las producciones en esas especies que no se venden son muy bajas y ocupan superficies muy pequeñas, por lo que en su mayoría se destinan al autoconsumo e insumo para siembra.

La comercialización de las aceitunas, principal producto del área de estudio, es destinada a la venta, considerando que el 100% de los predios que la producen la venden. Del total de las cantidades producidas se vende entre un 83% (Estrato 4) y 96,9% (Estrato 1).

Las aceitunas se venden principalmente para consumo, aunque existe un porcentaje que también lo destina a la elaboración de aceite, ya sea con variedades específicas para este fin o con variedades de uva de consumo que igualmente son utilizadas por algunos agricultores para

elaborar aceite casero, el que también se destina a venta local en el mismo predio y a consumo interno.

La cadena de comercialización de la zona difiere según sea la venta a: comerciantes, minoristas, cooperativas y/o agroindustrias. El sistema que más se destaca dentro del área de estudio es el que involucra la venta a comerciantes quienes compran en el predio a un precio promedio por Estrato que va desde \$273/kg hasta \$287,5/kg.

El mercado de minoristas es importante en los Estratos más pequeños, aunque no es utilizado por más del 20% de los predios debido a las dificultades que significa vender directamente al consumidor. Los costos de flete y comercialización son considerados como los más limitantes.

La venta a agroindustrias se realiza a diferentes ciudades, entre las que se mencionan: Santiago, la Serena, Huasco y Valparaíso.

En el Estrato 1 se destaca la venta de las aceitunas a través de cooperativas, lo que significa que existe un sector que muestra un cierto grado de organización al actuar en forma conjunta. Al trabajar de esta manera se trabaja a mayor escala por lo que es posible obtener mejores precios, tanto para la compra de insumos como para la venta de los productos, lo que se traduce finalmente en un aumento en los niveles de ingresos para los pequeños productores.

En general, para el caso de las hortalizas, estas se venden en el predio o en la ciudad de Huasco a comerciantes que actúan como intermediarios en la cadena de comercialización.

En términos generales y de acuerdo a lo informado, existen problemas de comercialización de productos en el área de estudio, ya que, por ejemplo, el precio de la aceituna ha disminuido bastante en los últimos años. La introducción de aceituna de otras zonas ha competido fuertemente y ha hecho que la demanda en la zona haya disminuido. Finalmente, los ingresos se ven mermados debido a los problemas de mercado y más específicamente, al sistema de comercialización en que se encuentran insertos los productores.

f. Fuente Laboral

- *Mano de Obra*

En términos generales, se observa una mayor capacidad productiva y económica de los predios más grandes, quienes son capaces de solventar un mayor número de trabajadores tanto permanentes como temporales para realizar los trabajos agrícolas. Además, la tendencia que se presenta a medida que se aumenta en superficie predial, es que la mano de obra familiar se considera dentro del costo de producción agrícola, lo que indicaría un mejor nivel de gestión y administración del sistema de producción.

Específicamente, la mano de obra de tipo permanente se informó en los tres Estratos de mayor tamaño predial y en aumento. El número promedio por predio de personas contratadas va desde 1,43 a 4,14.

Los trabajadores temporales son contratados en gran parte de los predios del área de estudio, personas que se hacen indispensables, principalmente, en las labores de cosecha y poda de olivos, entre otras actividades. Estos trabajadores son personas, hombres y mujeres, que provienen de sectores que están tanto dentro del área de estudio como aledaños a esta.

El número de predios que informa mano de obra familiar para realizar trabajo en el campo no supera en cada Estrato el 33,33%. Sin embargo, se destaca que en los dos Estratos más grandes este tipo de trabajadores son parte del costo de producción agrícola, por lo tanto, en cierto modo equivaldrían a ser trabajadores contratados tanto técnicas como de gestión y administración, quedando al margen la existencia de mano de obra familiar, que se caracteriza, por lo general, en formar parte de sistemas de producción en predios con superficies pequeñas, con menor desarrollo productivo y de menor capacidad empresarial.

En resumen, la tendencia general del sistema productivo del área de estudio refleja una mejor capacidad para contratar mano de obra permanente en los Estratos de mayor tamaño, así como también mantener un mayor número de trabajadores temporales y por más tiempo, en comparación con los Estratos más pequeños, quienes por lo general utilizan mano de obra propia y familiar en las labores agrícolas.

- *Dedicación Laboral al Predio*

En general, se observa que los predios de mayor tamaño tienden a dedicar más horas diarias al trabajo agrícola. En los predios más pequeños, el mayor porcentaje de encuestados mencionó una dedicación laboral menor a media jornada. En estos predios, por lo general, existen otras fuentes laborales que complementan los ingresos aportando mayor seguridad económica al grupo familiar.

g. *Financiamiento del Sistema Agropecuario*

Según los datos de la encuesta, es posible deducir que los agricultores utilizan principalmente recursos propios para financiar el sistema de producción agrícola del predio. Esto ocurre tanto para las actividades de producción y comercialización como para obras de inversión intrapredial relacionadas con la agricultura, sistemas de drenaje, tranques, bodegas de almacenamiento, etc.

Dentro de las personas que informaron solicitar créditos para financiar gastos operacionales, un alto porcentaje lo hace a través de créditos INDAP, especialmente en los predios de menor superficie (Estratos 1 y 2), ya que en los más grandes existe un porcentaje entre un 40% y 100% de los predios que lo hace a través de bancos.

En general, existe un bajo número de predios dentro de todo el sistema evaluado, que utiliza capital para inversión, lo que se debería a que la mayoría de los predios presentan plantaciones de olivo en que la inversión se realizó varios años atrás y, por otra parte, también a que existen casos en que el nivel tecnológico no está lo suficientemente desarrollado como para implementar otros sistemas de manejo agropecuario.

h. Asistencia, Capacitación e Información Técnica

La asistencia técnica recibida por los predios aumenta a medida que el tamaño del predio es mayor, situación que se ve reflejada por el 10% de predios del Estrato 1 que informaron recibir asistencia técnica de organismos como INDAP e INIA y por el 50% a 62,5% de los predios de los otros tres Estratos que declararon recibir asistencia tecnológica por parte de INDAP e INIA (Estratos 2 y 3) y por entidades como CONAF, CMP y particulares (Estrato 4).

Se asume que el mayor grado de asistencia recibida en los Estratos más grandes se debe al mejor desarrollo tecnológico que estos predios tienen en razón de su mayor capacidad de producción y comercialización. Esto también se refleja en el tipo de asistencia entregada, ya que en el Estrato 4 se informó que un 40% de los predios reciben asistencia técnica de particulares, esto es de ingenieros agrónomos.

El grado de información técnica que los agricultores tienen se captó a través del nivel de lectura de revistas técnicas y de programas de televisión relacionados con el tema agropecuario, el cual se considera bajo según los datos de la encuesta. La fuente de información técnica más utilizada por los agricultores corresponde a folletos del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA, sin dejar de mencionar fuentes tales como folletos técnicos de INDAP, del FIA, de Nuestra Tierra y SERCOTEC.

Respecto a la participación de los agricultores en asociaciones del rubro agropecuario, se estima que es relativamente baja. Desde un 10% de predios en el Estrato 1 hasta un 25% en el Estrato 3 pertenecen a la Sociedad de Olivicultores de Huasco.

En general, los predios incluidos dentro del área de estudio presentan un bajo desarrollo técnico, especialmente en el Estrato 1, según todos los ítem evaluados: asistencia técnica, lectura de revistas técnicas y participación en asociaciones. La escasa participación en asociaciones limita fuertemente a los productores en los procesos de compra de insumos y comercialización de productos, así como también en la participación en proyectos agropecuarios y solicitud de créditos. Por otra parte, la baja lectura de revistas técnicas también perjudica el desarrollo del sector, limitando nuevas formas de manejo e información que mejorarían el proceso productivo, la elección de mercados y la comercialización.

4.2.4.2 Nivel de Compromiso con el Proyecto

La información, valorada como respuestas afirmativas con respecto al nivel de conocimiento de las obras de riego y al compromiso de los agricultores frente al proyecto “Estudio y Propuestas de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco”, se presenta en forma resumida, para cada Estrato, en el Cuadro N° 4.5.

Cuadro N° 4.5
Nivel de Conocimiento y Compromiso con el Proyecto,
Según Estrato de Tamaño (%)

Pregunta	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Sabe que el Estado subsidia obras de riego y drenaje	80,00	66,67	84,62	33,33
Sabe que la obra debe ser financiada por los usuarios	30,00	16,67	69,23	33,33
Esta dispuesto a financiar la obra en estudio	70,00	50,00	69,23	66,67
Esta dispuesto a documentar su intención	70,00	33,33	69,23	66,67
Tiene interés en participar en un proyecto de riego y/o drenaje	80,00	100,00	84,62	83,33
Tiene interés en participar en proyectos de desarrollo tecnológico	50,00	83,33	84,62	66,67

Fuente: Elaboración propia

A partir de esta información se observa que un alto porcentaje de la población encuestada, mayor al 33,33% en el Estrato 4 y hasta 84,62% en el Estrato 3, sabe que el Estado subsidia obras de riego y drenaje. Sin embargo, un menor número de los encuestados, a excepción del Estrato de mayor tamaño, está en conocimiento de que estas obras deben ser financiadas por los usuarios.

Por otra parte, existe un número mayor de personas interesadas en participar en estos proyectos, entre 80% (Estrato 1) y 100% (Estrato 2), lo que indicaría la preocupación por los agricultores en mejorar sus sistemas productivos vía el mejoramiento del suelo.

Finalmente, el interés en participar en proyectos de desarrollo tecnológico supera el 50% en los cuatro estratos, siendo mayor al 80% en los Estratos 2 y 3. Estos valores a nivel de Universo Predial son relativamente inferiores a los informados en el ítem de personas interesadas en participar en proyectos de riego y drenaje.

4.2.4.3 Restricciones al Desarrollo

Los principales factores restrictivos indicados por los agricultores a través de la encuesta se relacionan con aspectos económicos, esto es, financiamiento y comercialización

La dificultad para conseguir financiamiento, la falta de mercados y los bajos precios que enfrenta actualmente el rubro agropecuario de la zona de estudio son considerados como los factores restrictivos más importantes.

En relación con lo anterior, se observó que los problemas descritos son más frecuentes en los predios de menor superficie, Estratos 1 y 2. Los problemas de financiamiento fueron informados hasta por el 70% de los encuestados en el Estrato 1 y el 50% en el Estrato 2. Este factor restrictivo apunta mayormente a los predios de menor superficie seguramente debido a que estos se relacionan con una menor capacidad empresarial, por lo que existe una mayor necesidad de acudir a préstamos para llevar a cabo los procesos productivos y realizar inversiones.

En general, en todos los Estratos, los problemas de mercado y precios bajos son relativamente menores a los de financiamiento. Se estima que no existe una tendencia marcada entre estas limitantes y la superficie predial.

El “mercado”, como factor restrictivo, apunta al hecho de que en la zona no existe un poder comprador importante y que la demanda por aceitunas, el principal producto agrícola de la zona, ha disminuido significativamente en los últimos años. Las ventas se realizan en el predios a intermediarios. El factor “precios”, se refiere a los bajos precios de venta de las aceitunas.

Siguen en orden de importancia, los problemas de drenaje y salinidad de los suelos.

El mal drenaje tiene una importancia de 7,69% en los predios del Estrato 3 hasta el 50% de los predios del Estrato 4. Se estima, según los estudios de suelo realizados y las visitas a terreno al área de estudio, que a pesar de que pocos agricultores mencionaron el mal drenaje como factor limitante para la producción agropecuaria de la zona, estos suelos ocupan realmente un alto porcentaje dentro del Universo Predial. Según fue evaluado, un 87% del suelo de toda el área de estudio tiene problemas de drenaje (781,106 ha).

El bajo porcentaje de agricultores que informaron tener problemas de drenaje en comparación con la elevada cantidad de hectáreas que efectivamente tienen el problema, se explica por el desconocimiento de los requerimientos de drenaje para el normal desarrollo de raíces del olivo, no relacionando el problema de drenaje con la merma de producción y atribuyéndolo a otros factores.

Los factores limitantes mencionados, relativos a la falta y/o deficiencia en la educación formal, falta de asesoría técnica y problemas por contaminación de plagas agrícolas no son factores limitantes significativos dentro del sistema agropecuario del área de estudio y son mencionados por un máximo de 16,67% de los predios.

En resumen, los factores restrictivos de mayor importancia dentro del área de estudio son, comercialización, mercado, financiamiento y mal drenaje de los suelos, según la población encuestada.

4.2.4.4 Expectativas de Desarrollo Agrícola Frente al Proyecto

Las expectativas de desarrollo agropecuario fueron evaluadas frente a la situación “Con Proyecto”, es decir, frente a la posibilidad de un mejoramiento de estos suelos.

En general, en una Situación Con Proyecto, la tendencia general de los agricultores del área de estudio es de mantener los mismos sistemas de producción y manejo que actualmente presentan, ero hay una tendencia a aumentar su producción y superficie trabajada.

Según los datos de la encuesta, se estima que la habilitación de los suelos mal drenados no llevaría a una variación en el tipo de especies agrícolas producidas en cada predio, pero sí

lograría un aumento en la producción de las mismas especies principalmente en los Estratos 2, 3 y 4 y, en algunos casos, de acuerdo a lo informado por los agricultores, a un aumento de la superficie trabajada.

4.3 Identificación y Caracterización de los Casos en Situación Actual

Con la finalidad de establecer un programa de desarrollo que sea monitoreable y evaluable por los organismos fiscalizadores, y considerando los resultados obtenidos en el análisis del sistema a nivel de Estrato, se contempla identificar los Casos, a los cuales se les pueda proyectar e implementar el programa de desarrollo.

En base a esto, para la evaluación económica se utilizarán *de aquí en adelante*, los datos informados en cada una de estas nuevas unidades productivas definidas como Casos, equivalente cada uno de ellos a un predio encuestado, y se han identificado en función de criterios de igualdad o similitud, de tal modo que el predio escogido sea aquel que más se acerque a la caracterización del estrato al cual pertenece.

La elección de cada Caso se basa en que su rubro agropecuario y patrón agrícola refleje lo más fielmente el patrón agrícola del grupo de predios que representa, y que el nivel de tecnología y grado de comercialización utilizado durante el proceso productivo refleje, también, al utilizado por el grupo de predios que representa.

En la determinación de los Casos se utilizó como criterio fundamental el tamaño predial, manteniendo como mínimo un Caso por Estrato, ya que se estima que la superficie de los predios determina de manera importante el nivel de producción agrícola, el nivel tecnológico utilizado en los procesos productivos y el grado de comercialización alcanzado.

Un resumen del patrón productivo y superficies de los Casos se muestra en el Cuadro N° 4.6. En el Cuadro N° 4.7 se muestra un resumen de la superficie total por especie de todos los Predios Tipo y su Proyección al Universo Predial.

En general, analizando la situación de cada Caso, se estima que todos tienen aún muchos aspectos que mejorar, especialmente, los relacionados con el manejo técnico de las plantaciones de olivos, mejoramiento del suelo, mayor aprovechamiento del suelo actualmente no trabajado, mejores sistemas y eficiencias de riego, uso adecuado en calidad y cantidad de pesticidas y fertilizantes y, finalmente, mejoramiento en los sistemas de comercialización y búsqueda de mejores mercados.

Cuadro N° 4.6
Estudio de Casos: Uso del Suelo y Estructura Productiva en la Situación Actual (Año Cero)

Superficies (ha)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Total Casos
	Rol 143-11	Rol 141-7	Rol 146-11	Rol 141-6	Rol 102-27	Rol 107-2	Rol 143-10	Rol 102-1	
	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3			Estrato 4			
Cultivos y Hortalizas									
Chacras				0,500					0,500
Coliflor					0,200				0,200
Acelga					0,250				0,250
Zanahoria					2,000				2,000
Frutales									
Olivo	1,264	2,020	3,500	4,780		17,500	71,500		100,564
Forestal									
Eucalipto								7,000	7,000
Superficie Arable	1,264	2,020	3,500	5,280	2,450	17,500	71,500	7,000	110,514
Sup. No Arable	0,000	0,000	3,631	0,000	7,892	4,244	2,667	21,426	39,860
Sup. No Productiva	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5,000	6,000	0,000	11,000
Sup. Ind. Productiva	0,004	0,499	0,000	0,316	0,000	0,500	0,500	1,000	2,819
Superficie Total	1,268	2,519	7,131	5,596	10,342	27,244	80,667	29,426	164,193
Sup. Drenaje Limitado	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	159,595
Sup. Buen Drenaje	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,664	0,444	1,177
Sup. Zona Preservación	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,263	0,158	0,000	3,421
N° Predios representados	10	6	6	6	1	3	2	1	35

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°4.7

Estructura Productiva y Proyección de Uso del Suelo en la Situación Actual Normalizada

Superficie (ha)	Superficie Total Casos (ha)	% de la Superficie Total Drenaje Limitado	Superficie Total Expandida Universo Predial (ha)
Cultivos y Hortalizas			
Chacra	0,500	0,313 %	7,847
Coliflor	0,200	0,125 %	0,392
Acelga	0,250	0,157 %	0,490
Zanahoria	2,000	1,253 %	3,919
Frutales			
Olivo	97,671	61,199 5	466,414
Superficie Arable			
Sup. Sin Uso Agrícola	49,341	30,917 %	239,808
Sup. Ind. Productiva	2,739	1,716 %	42,038
Sup. Drenaje Limitado	159,595	100 %	804,805

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Mercados, Comercialización y Precios

4.4.1 Análisis de Precios

En el análisis realizado, se han considerado como fuentes de información ODEPA, MIDEPLAN, CIREN-CORFO, Banco Central, Fundación Chile y empresas distribuidoras de insumos y productos entre otras, más algunas fuentes de información directa, y provenientes de la zona, como plantas aceiteras y productores locales. Todos los antecedentes se presentan sin I.V.A. y actualizados a moneda de Diciembre de 2001.

4.4.1.1 Precios a Valores Privados

Los precios privados son todos aquellos precios de mercado, que están siendo regulados por la oferta y demanda del producto.

- **Insumos Agrícolas**

Corresponden a semillas y plantas, agroquímicos (insecticidas y acaricidas, herbicidas, fungicidas) servicios de maquinaria, accesorios e infraestructura y mano de obra, entre otros.

- **Productos Agrícolas**

La determinación de precios agrícolas que se utilizarán para la proyección del presente estudio, tienen como fuente de información la estadística de precios agropecuarios informados por ODEPA, así como también, los precios regionales recopilados en terreno

(SIPRE). Por otra parte, los precios de exportación de productos agrícolas tienen como base principal, las estadísticas proporcionadas por el Banco Central y ODEPA.

4.4.1.2 Precios a Valores Sociales

Con el fin de evaluar socialmente el proyecto en curso, se ha considerado emplear los criterios dados por MIDEPLAN y que se encuentran válidos a la fecha, para premiar o castigar el uso de divisas, y los factores de premio o castigo al uso de mano de obra. Todos estos factores han sido aplicados sobre los precios privados observados, reconociéndose simultáneamente, la rentabilidad privada y social del proyecto.

- **Precio social de la mano de obra**

Se considera como precio social del trabajo, el costo marginal en que incurre la sociedad por emplear un trabajador adicional de cierta calificación. Se tienen distintos factores que dependen del grado de calificación de la mano de obra y se presentan en el Cuadro N° 4.8.

- **Precio social de la divisa**

En la determinación de este factor, influye de manera determinante el arancel a las importaciones, el cual se ha mantenido en 11%. Por este motivo de acuerdo al Cuadro N° 4.8, el valor utilizado es de 1,06.

Cuadro N° 4.8
Índices de MIDEPLAN

Item	Indice MIDEPLAN
Mano de Obra	
No Calificada	0,850
Semi Calificada	0,650
Calificada	1,000
Maquinaria	1,042
Tiro Animal	0,750
Insumos	
Importados	1,060
Nacionales	1,000

Fuente: MIDEPLAN.

- **Productos Exportables:** El pago a las exportaciones se realiza en dólares, por lo que todo producto que ingrese divisas al país es incrementado en la evaluación social, multiplicando su ingreso por un factor de 1,06 (MIDEPLAN).
- **Productos Mercado Interno:** Todos los productos con destino a los mercados internos, no serán afectados por el castigo al consumo de divisas, por lo que se considera un factor igual a 1.
- **Insumos Exportables:** Para el proyecto en estudio, estos insumos se han considerado equivalentes a los distribuidos nacionalmente.
- **Insumos Importables:** La mayor parte de los insumos que emplea la agricultura actual, proviene del extranjero, por lo cual se le debe castigar por el uso de divisas (Cuadro N° 4.8).
- **Maquinaria:** Se ha considerado que un 70% de los insumos que ocupa la maquinaria agrícola, corresponde a componentes importados (combustibles, lubricantes, repuestos, etc.), lo cual afecta el valor final de transacción en el arriendo de maquinaria por lo que los precios se corrigen por el factor 1,042.
- **Sistemas de Riego:** Se ha asignado a los sistemas de riego propuestos en este proyecto un factor de 1,0 en la evaluación social.
- **Flete de Materiales e Insumos:** Se ha utilizado el valor 1,042 como factor de índice social que castiga el uso de insumos importados en el área de transportes.

4.4.2 Análisis de Mercados

4.4.2.1 Mercado Olivícola

El olivo presenta a nivel nacional una superficie de 4.491,7 ha, distribuidas entre las regiones I y IX, concentrándose la mayor superficie entre las regiones I y III con 66,9% del total nacional.

En la III Región, las plantaciones de olivos representan el mayor porcentaje de superficie olivícola a nivel nacional, con aproximadamente el 39,6% de la superficie total, con un 80,4% de la superficie en producción (Censo Nacional Agropecuario, 1997). La principal variedad de olivo presente en el área de estudio es Sevillana, la que corresponde a variedades de aceitunas de mesa.

Con el fin de apoyar el desarrollo y modernización de la olivicultura en Chile, desde 1995 se está llevando a cabo el “Programa de Desarrollo para la Olivicultura Nacional” puesto en marcha por el Ministerio de Agricultura. La función de este Programa ha sido promover el desarrollo olivícola y coordinar a nivel ministerial acciones que permitan aprovechar las capacidades institucionales y el instrumental de fomento disponible en el país.

- **Aceituna de mesa**

Principalmente, la aceituna de mesa se destina al mercado nacional a través de una red de comercialización muy extensa lo que hace que los precios a productor sean en promedio, más de un 50% inferiores al precio de comercialización final a consumidor. Por otra parte, el mercado de exportación se encuentra muy poco desarrollado, con volúmenes de venta variables destinados principalmente al mercado sudamericano.

Mercado Externo

Chile exporta principalmente productos semielaborados, correspondientes a aceitunas verdes sal o aceitunas en salmuera, no aptas para el consumo humano que son terminadas de procesar en los países de destino. Sin embargo se importa aceituna en conserva para el consumo inmediato, con mayor valor agregado, como aceitunas rellenas y las amargas naturales que ingresan de Perú y España.

De las ventas totales de aceitunas al exterior en el año 2001, un 98,5% corresponde a aceituna en salmuera y sólo un 1,5% son ventas de aceitunas en conserva.

Al igual que los volúmenes exportados de aceitunas en salmuera, los precios han mostrado un comportamiento fluctuante, con un leve repunte en la temporada 2001 luego de experimentar una baja respecto al año 1999.

La exportación de las aceitunas en conserva, presentó en la temporada 2001 un repunte en los volúmenes comercializados de aproximadamente un 26% pero los precios promedios presentan un descenso del 6,75%. Esta tendencia a la baja de los precios se está dando desde la temporada 1999, donde en promedio, se pagaban 2,00 US\$ por kg de aceituna en conserva.

Con relación a los mercados de destino de las aceitunas chilenas, Brasil es el principal, con un 61,29% y 96,64% del total exportado de aceitunas en salmuera y en conserva respectivamente, en el año 2001. Por otra parte, Estados Unidos y algunos países árabes, han incrementado la demanda de aceitunas en salmuera en las últimas temporadas así como también su participación porcentual en el total exportado por Chile.

Mercado Interno

Como ocurre en el negocio exportador, la aceituna en el mercado interno se comercializa mayoritariamente en salmuera o en verde, mediante una extensa cadena comercializadora hasta llegar al consumidor final.

Los precios de la aceituna en mercados mayoristas presentan una tendencia a la disminución constante desde el año 1996, con una caída en términos reales (IPC dic 2001) al año 2001 de un 15,6%. En mercados regionales, de acuerdo a estadística del SIPRE III

Región, los valores obtenidos para la temporada 2001 son aproximadamente un 54% más bajos que los obtenidos en mercados mayoristas de Santiago.

El sistema de comercialización, incorpora en la mayoría de los casos a intermediarios acopiadores que compran las aceitunas en las zonas productoras para posteriormente vender en mercados mayoristas. Esta situación es común en el área de estudio donde gran parte de los pequeños y medianos productores utilizan este canal de comercialización.

Otra alternativa de comercialización corresponde a la compra de aceitunas por parte de mayoristas directamente a los productores, luego adoban la aceituna y la distribuyen a intermediarios minoristas, restaurantes y supermercados en distintas localidades del país.

Consideraciones para la producción futura de aceituna de mesa

La modernización de los huertos productores de aceitunas de mesa en el país y principalmente en lo que respecta al presente estudio, es fundamental para lograr un desarrollo de la olivicultura. Lo anterior, debiera considerar los siguientes aspectos:

- Considerar el conjunto de instrumentos disponibles que indica el Programa Nacional Olivícola que coordina el FIA.
- Mejorar el manejo tecnológico de las plantaciones, aumento en las densidades de plantación y renovación de los huertos existentes.
- Producción de aceitunas con mayor grado de procesamiento, diversificando el negocio de las aceitunas en salmuera con la incorporación de aceitunas rellenas.
- Reducción de las cadenas de comercialización.

• Aceite de oliva

En los últimos años, se ha presentado una tendencia creciente del consumo de aceite de oliva, concentrado principalmente en la Unión Europea. Además, se estima que existe un fuerte incremento en el consumo de aceite de oliva en Estados Unidos, Brasil, Japón, países del Sudeste Asiático y norte de Europa.

La producción nacional de aceite de oliva, fluctúa en torno a las 600 toneladas destinadas principalmente a venta en mercado interno y exportación de este producto, aún a baja escala.

Mercado Externo

Las exportaciones de aceite de oliva han experimentado importantes variaciones de volumen y precios de retorno. Los volúmenes exportados de aceites vírgenes han

disminuido fuertemente desde el año 1999 al año 2001, ya que lo exportado en el año 2001 es aproximadamente un 20% de lo que se exportó en el año 1999.

Por otra parte, en relación a los precios de venta del aceite de oliva, se observa que en promedio existe un mayor precio para los aceites vírgenes comparados con los aceites de olivas de otras categorías. Esta diferencia, es de US\$ 0,57 por litro, pero en la última temporada fue de US\$ 1,6 por litro.

El destino de exportación para los aceites vírgenes en el año 2001 es el Territorio Holandés con 822 Kg. Para las otras categorías de aceites de oliva, en el año 2001 el principal comprador fue España con 2.097 Kg lo que significa que este mercado absorbió el 89,54% de los envíos chilenos al exterior.

Los principales países que están incrementando el consumo de aceite de oliva y que podrían ser mercados potenciales para Chile, corresponden a Brasil, Corea del Sur, Japón, Canadá, Estados Unidos, México, Australia y Francia.

Mercado Interno

El consumo nacional de aceite de oliva alcanza a aproximadamente las 2.000 toneladas, con un crecimiento estimado del 5% anual. Los precios a consumidor presentan directa relación con los niveles de calidad del producto, su envase y origen.

La distribución comercial de aceite de oliva, es similar a la distribución de vinos, situación que representa una gran ventaja para ambos productos, ya que se pueden utilizar la misma fuerza de venta, marca y hasta envase para su comercialización.

La cadena de comercialización del aceite de oliva, a diferencia de lo que ocurre con la venta de aceitunas, es más directa desde producción a venta sin pasar por un amplio número de intermediarios. De esta forma, el aceite es vendido desde la productora de aceite de oliva a los supermercados, restaurantes, negocios especializados en aceite, hoteles, etc.

En el área de estudio o cercana a ella, se encuentran cuatro plantas productoras de aceite de oliva extra virgen, cuyo proceso de molienda se realiza entre los meses de abril y agosto. Las plantas aceiteras corresponden a Hoschild S.A., Don Daniel, Planta propiedad del Sr. Robinson González, Planta de propiedad del Sr. Manuel Cortés.

Consideraciones para la producción futura de aceite de oliva

Las estrategias de desarrollo para fortalecer el negocio del aceite de oliva en el área de estudio, son las siguientes:

- Incorporar al proceso de producción primaria variedades.

- Formación de grupos de agricultores o cooperativas que procesen en conjunto su producción de aceitunas hasta el producto final (concepto de economía de escala).
- Se debe realizar una producción de tipos diferenciados de aceites de oliva.
- Aprovechar las ventajas de los programas de gobierno que actualmente tienen como objetivo fomentar la modernización y el desarrollo de la olivicultura nacional
- Establecimiento de estrategias de ingreso a mercados que presentan altos índices de crecimiento anual de consumo, como Estados Unidos, Canadá, Japón y Australia.

4.4.2.2 Damascos Deshidratados

El período 1990-2001, se ha producido una importante caída en los volúmenes exportados de damascos deshidratados, aumentando posteriormente hasta el año 1999 para continuar en las últimas dos temporadas con una tendencia nuevamente ascendente de los volúmenes. Esta tendencia se repite también en los precios de venta, ya que en la última temporada analizada los precios descendieron en un 15,4%.

Estados Unidos representa el principal mercado de destino de los damascos deshidratados chilenos. Este mercado de destino, representó en la última temporada una participación del 51,5% en los envíos de damascos deshidratados chilenos al exterior.

En mercado interno, este producto presenta buenas perspectivas al comercializarse en supermercados y en mercados mayoristas de Santiago. Esta situación permite que los productores obtengan mayores precios que los obtenidos en mercados locales o al vender la producción a intermediarios.

Las perspectivas para este producto, son auspiciosas si se logra un producto final de alta calidad, con envase definido y volumen que permita una mayor estabilidad en el mercado.

4.4.2.3 Higos

Luego del análisis realizado para los volúmenes y precios de exportación de higos, se determinó que este frutal tiene la potencialidad, tanto agronómica como económica para establecerse con un manejo de mayor tecnología en algunos predios del área de estudio.

Las exportaciones de higos han experimentado en las últimas temporadas un paulatino descenso. Por otra parte, a ocurrido lo contrario con los precios de venta de este producto, ya que han experimentado una tendencia ascendente, poniendo de manifiesto que existe una demanda real en el mercado internacional por este producto.

El principal destino de los higos es Brasil, con un 53,3% del total exportado por Chile. A este mercado le sigue en importancia Argentina con aproximadamente el 42% de participación y en menor medida aparecen Canadá y países de la Comunidad Económica Europea.

En mercado interno, el consumo de higos es bajo y la tendencia en los precios de las brevas (comercializadas principalmente en diciembre) es ascendente y de buenas proyecciones para su comercialización.

El principal problema de la comercialización de higos y brevas, es la corta duración poscosecha, situación que actualmente se mejora con aplicaciones de generadores de metabisulfito de sodio y bajas temperaturas.

4.4.2.4 Dulce de Membrillo

En el área de estudio, existe actualmente la producción marginal de membrillos, principalmente en el borde de zanjas de drenaje y acequias de riego y entre las plantaciones de olivos.

Como una forma de lograr un ingreso adicional al resto de las producciones propuestas para el área de estudio, se propone intensificar, mejorar y plantar una superficie de membrilleros cuyo destino final sea la producción de dulce de membrillo.

Este producto, se comercializa principalmente en mercados locales, pero al realizar una elaboración en plantas adaptadas para ello, con las normas de calidad óptimas y una rotulación y envasado que de un atractivo extra al producto, es posible ingresar a mercados mayoristas de Santiago y a supermercados de la misma ciudad.

4.4.2.5 Hortalizas

La proporción de hortalizas en el área de estudio, posee la ventaja de no poseer mayores inversiones, por lo que los agricultores tienen la posibilidad de un cambio rápido de rubro ante situaciones de mercado adversas.

En la mayor parte de las hortalizas analizadas, se observa una tendencia irregular, con alzas y a veces fuertes descensos en los precios, lo que guarda estrecha relación con la superficie nacional de una determinada especie.

CAPÍTULO 5

ALTERNATIVAS AGROPECUARIAS DE DESARROLLO

5.1 Evaluación Económica de las Alternativas de Desarrollo

Con el objetivo de realizar una evaluación detallada del cambio esperado frente al proyecto “Estudio de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco”, se aplican los factores de cambio (inversiones, costos, producción, ingresos, etc.), sobre cada Caso, el cual constituye la unidad de proyección para el análisis económico.

Como parte de la evaluación del proyecto, se contemplan las siguientes situaciones:

- Situación Base, considera el crecimiento natural del sistema el cual se encuentra determinado en su base por el desarrollo natural del país.
- Situación Con Proyecto, considera el desarrollo de las obras civiles necesarias para mejorar el drenaje dentro del área de estudio a través de la recuperación de los suelos. Este proyecto más los programas de capacitación, transferencia y apoyo tecnológico determinarán el crecimiento de los beneficios económicos que se plantean en esta situación.

La evaluación económica de estos escenarios parte de la base de la Situación Actual que presenta el área de estudio y de la cual se define un Año Cero, que es igual en cada situación, por lo tanto, el análisis productivo se realizará en base a la información que se describe en cada Caso.

5.1.1 Definición y Caracterización de la Situación Actual

Para efectos de establecer los flujos productivos y económicos característicos de las Situaciones Base y Con Proyecto, la proyección en el tiempo se ha definido para un horizonte de evaluación de 30 años, de vida útil del proyecto, considerando como base la Situación Actual.

La Situación Actual fue configurada a través de la encuesta, sin embargo, en atención a que en el sistema estudiado se encuentran en proceso una serie de acciones, se requiere previamente normalizar dicha situación. En este contexto, en base a una serie de supuestos, se ha definido la Situación Actual “normalizada”.

Obtenida la normalización de los datos, estos pasarán a formar el Año Cero, lo que equivale al punto de inicio para la proyección de las alternativas de proyecto, razón por la cual este Año Cero es igual para las dos Situaciones. En base a lo anterior, será posible determinar la producción, costos e ingresos de las Situaciones a proyectar y evaluar.

5.1.1.1 Patrón Productivo para el Año Cero

El patrón productivo para el Año Cero que, como se mencionó anteriormente, equivale a los datos normalizados de la Situación Actual, se muestra para cada uno de los Casos que fue

presentado anteriormente en el Capítulo 4 ítem 4.3 “Identificación y Caracterización de los Casos en Situación Actual”.

5.1.1.2 Producción para el Año Cero

Los rendimientos correspondientes al Año Cero para cada Caso se presentan en detalle en el Anexo de Fichas Técnicas 5.3.

5.1.1.3 Proyección al Universo Predial

Para el presente estudio y evaluación de cada una de las Situaciones propuestas (Base y Con Proyecto), se requieren proyectar las condiciones actuales de cada Caso al Universo Predial. Como base para la proyección de cada Caso se utiliza la superficie predial.

Los Casos, las superficies, la representación que tienen dentro del Universo Predial y la proyección de superficies al suelo con problemas de drenaje, se detallan en el Cuadro N° 5.1.

Cuadro N° 5.1
Superficies Agrícolas por Caso
y su Proyección al Universo Predial (Suelo con Mal Drenaje)

Caso	Superficie con Mal Drenaje por Caso (ha)	N° Predios Representados del Universo Predial	Factor de Corrección	Proyección a Superficie con Mal Drenaje del Universo Predial (ha)
1 Rol 143-14	1,199	60	0,892	64,149
2 Rol 141-07	2,519	53	1,063	141,900
3 Rol 146-11	7,131	13	0,947	87,819
4 Rol 141-06	5,596	13	1,207	87,819
5 Rol 102-27	10,342	3	0,653	20,266
6 Rol 107-02	23,981	5	0,784	94,051
7 Rol 143-10	79,845	2	0,778	124,270
8 Rol 102-1	28,982	5	1,273	184,531
Total		154		804,805

Fuente: Elaboración propia.

La proyección se realiza sobre la base del suelo con problemas de drenaje, es decir, el suelo que sería mejorado tras la implementación del proyecto y sobre el cual se realizará la evaluación productiva y económica.

A partir del número de predios que representa cada Caso dentro del Universo Predial y de su superficie con drenaje limitado, se realiza la proyección a la superficie con drenaje limitado del Universo Predial, corrigiendo la superficie proyectada mediante un “factor de corrección”.

5.1.2 Definición de la Situación Base y Parámetros Agroeconómicos

La proyección a 30 años de los flujos productivos y económicos, más una tasa de crecimiento a 30 años, pasa a constituir la Situación Base la cual sirve de base para la comparación entre Situaciones, es decir, de acuerdo a la metodología de trabajo estipulada, la Situación Base constituirá el piso de rentabilidad del programa de desarrollo, sobre el cual se evaluará la Situación Con Proyecto.

En la Situación Base las expectativas de crecimiento económico están dadas sólo por el crecimiento natural del sistema y el incremento productivo sin ningún apoyo externo.

Se destaca que todos los parámetros económicos definidos en los Flujos Agroeconómicos se encuentran descritos para los 30 años de proyección y para cada Situación de proyecto en el Anexo 5.1.

5.1.2.1 Producción de la Situación Base

El incremento regular de los actuales niveles de producción según el crecimiento natural del sistema, implica la aplicación de una tasa de crecimiento del 0,2% anual por 30 años para finalmente obtener la producción de la Situación Base de acuerdo a la siguiente función:

$$Y_n = Y_0 \cdot (1 + t)^n$$

Donde:

Y_n = Rendimiento esperado al año n

Y_0 = Rendimiento previsto para el Año Cero

n = Año de proyección

t = Tasa de crecimiento (0,2%)

5.1.2.2 Ingresos Brutos de la Situación Base

Los precios de venta de los productos agropecuarios se describen en detalle en el Capítulo “Análisis de Precios y Comercialización de Productos Agrícolas”.

Al igual que en los casos anteriores, se presentan los Ingresos de la Situación Base comparados con la Situación Con Proyecto a un año de estabilización en el ítem 5.1.3.3, Cuadro N° 5.2.

5.1.2.3 Costos Directos de la Situación Base

Los costos directos de producción para la Situación Base, se tomaron de las Fichas Técnicas generadas durante el levantamiento de la encuesta.

El cuadro con los costos directos para la Situación Base también se presenta junto con la Situación Con Proyecto más adelante en el Cuadro N° 5.3.

5.1.2.4 Costos Indirectos y Gastos Generales de la Situación Base

Los costos indirectos se han determinado en base a los datos obtenidos en la encuesta y de la experiencia del Consultor en proyectos realizados anteriormente. El valor porcentual de los costos indirectos en relación a los directos, se estimó en base al tamaño del predio y sistemas de producción, por lo que en los Casos 1 y 2 los costos indirectos corresponden al 5% de los costos directos, en los Casos 3, 4 y 5 al 4% y en los Caso 6, 7 y 8 al 3%.

Los Costos Indirectos para la Situación Base se presentan más adelante comparados con la Situación Con Proyecto, al igual que los parámetros agroeconómicos descritos con anterioridad.

5.1.2.5 Costos de Inversión Intrapredial de la Situación Base

En el Anexo 5.1 Flujos Agroeconómicos, se presenta el detalle de las inversiones intraprediales realizadas por Caso que se relacionan con sistemas de riego, drenaje y plantas de procesamiento.

5.1.2.6 Margen Neto de la Situación Base

En los Flujos Agroeconómicos (Anexo 5.1), el Margen Neto corresponde a los Ingresos percibidos por la producción agropecuaria del Caso menos los Costos Directos, Costos Indirectos, Costos Financieros, Inversiones, Transferencia Tecnológica y Asesoría Permanente.

En los Cuadro N° 5.5 en los ítem 5.1.3.9 que se muestran más adelante, se describen los Márgenes Netos para cada Caso, comparados con la Situación Con Proyecto.

5.1.3 Definición de la Situación Con Proyecto y Parámetros Agroeconómicos

La Situación Con Proyecto corresponde a la alternativa de desarrollo en la cual esta incorporado el mejoramiento del drenaje dentro del área de estudio a través del desarrollo del proyecto de “Recuperación de los Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco”, sumando, además, la capacitación y transferencia tecnológica entregada a los agricultores

Los años estimados en que demora cada uno de los Casos en incorporarse al sistema corresponden a 18 años para los Casos 1 y 2, a 15 años para los Casos 3, 4 y 5 y, finalmente, de 12 años para los Casos de mayor superficie, 6, 7 y 8.

5.1.3.1 Análisis de los Rubros Productivos Propuestos

Frutales

- Olivos (aceite, mesa y cocktail)

El olivo es la especie que se estima tendría la mayor importancia dentro del área de estudio, especialmente en relación a la cantidad de superficie destinada a su producción.

El aumento de la producción también iría acompañado de un mejoramiento, principalmente, en los sistemas de elaboración de subproductos mediante la industrialización del fruto, así como también en la apertura de nuevos mercados con mejores precios que permitan que el proceso completo de producción, industrialización y comercialización se realicen en forma exitosa y acorde con el mejoramiento otorgado por el desarrollo del proyecto.

Dentro del proceso de industrialización que se ha estimado en una Situación Con Proyecto, se considera que el mejoramiento estaría enfocado en la elaboración de aceite y de aceitunas rellenas para cocktail. El producto de esta elaboración traería un buen retorno al productor debido al mayor valor agregado que se puede obtener.

- Damasco, Higuera y Membrillo

Con motivo del interés de los agricultores de incorporar y mejorar producciones frutales y considerando la importancia de diversificar especies dentro del área de estudio, se estimó importante incorporar otras especies frutales además del olivo a la zona de estudio.

Se estimó que la producción de damascos se destinaría completamente a deshidratado, la de higos se vendería en fresco y el membrillo sería procesado para venderlo principalmente como dulce de membrillo. Con estos productos sería posible abarcar nuevos mercados tanto nacionales como internacionales, en el caso del damasco y de los higos.

Hortalizas

- Zapallo guarda, Coliflor, Melón, Brócoli, Sandía, Repollo, Espárrago, Pimiento morrón, Cebolla, Ají, Zanahoria, Tomate, Lechuga, Pepino (ensalada), Tomate invernadero y Pepino dulce invernadero

El objetivo de incrementar la producción hortícola, especialmente en diversidad de especies, es que los agricultores tengan una mayor estabilidad de ingreso a través de los años, ya que las hortalizas presentan una gran variabilidad en los precios de venta de un año a otro.

Flores

- Claveles e Ilusiones

La incorporación de flores como parte del patrón productivo del área de estudio, tiene principalmente, igual que en el caso de las hortalizas, diversificación la producción, de manera de que no existan solamente olivos y que no sea la única especie de la cual dependan económicamente los agricultores.

La distribución de estas especies dentro de cada Caso y las superficies ocupadas, se describen más adelante en el ítem 5.2 “Descripción de los Casos en Situación Con Proyecto”.

5.1.3.2 Producción de la Situación Con Proyecto

De acuerdo al manejo técnico propuesto para cada rubro, se estima que los agricultores en la Situación Con Proyecto alcanzarán los rendimientos unitarios más elevados que los presentes en la Situación Actual, valores que se detallan en las Fichas Técnicas elaboradas para cada uno de ellos (Anexo 5.3).

Las producciones potenciales que alcanzarán los cultivos para el año de estabilización, se presentan en detalle en el Anexo 5.1 “Flujos Agroeconómicos”.

5.1.3.3 Ingresos Brutos de la Situación Con Proyecto

En el Cuadro N° 5.2 se presenta la estructura de Ingresos Brutos, generados a un año estabilizado, de la Situación Con Proyecto comparada con la Situación Base.

En el Anexo 5.1 de Flujos Agroeconómicos, se muestra la evolución de los ingresos individualizado por Caso y rubro.

Cuadro N° 5.2
Ingresos Brutos por Caso para la
Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)

Ingresos (\$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Situación Base	996.643	1.684.396	3.995.786	5.872.128	3.039.897	22.855.788	105.007.326	0
Situación Con Proyecto	3.065.576	4.926.642	27.750.816	21.650.676	32.504.447	127.526.555	426.449.951	160.766.935

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.4 Costos Directos de la Situación Con Proyecto

En el Cuadro N° 5.3 se presentan los valores por hectárea y por Caso, calculados para el año de estabilización y comparados con la Situación Base.

Cuadro N° 5.3
Costos Directos por Caso para la
Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)

Costos Directos (\$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Situación Base	753.783	1.273.945	2.830.873	4.075.040	1.659.451	15.272.387	70.166.581	43.435
Situación Con Proyecto	1.669.776	3.007.048	11.670.368	8.921.419	15.917.918	44.392.514	155.250.836	56.540.525

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.5 Costos Indirectos y Gastos Generales de la Situación Con Proyecto

La información de Costos Indirectos de esta Situación se describe en el Cuadro N° 5.4 comparado con la Situación Base al año de estabilización correspondiente, utilizando los mismos porcentajes descritos en Situación Actual.

Cuadro N° 5.4
Costos Indirectos y Gastos Generales por Caso para la
Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)

Costos Indirectos y Gastos Generales (\$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Situación Base	37.689	63.697	113.235	163.002	66.378	458.172	2.104.997	1.303
Situación Con Proyecto	83.489	150.352	466.815	356.857	636.717	1.331.775	4.657.525	1.696.216

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.6 Costos de Capacitación y Transferencia Tecnológica de la Situación Con Proyecto

El detalle de la información de costos de capacitación y transferencia tecnológica son presentados en detalle en el ítem 5.6.1 más adelante.

5.1.3.7 Costos de Asesoría Tecnológica Permanente de la Situación Con Proyecto

El detalle de la información de costos de asesoría tecnológica permanente son presentados en detalle en el ítem 5.6.2 más adelante.

5.1.3.8 Costos de Inversión Intrapredial de la Situación Con Proyecto

En el Anexo 5.1 Flujos Agroeconómicos, se presenta el detalle de las inversiones intraprediales realizadas por Caso que se relacionan con sistemas de riego, drenaje y plantas de procesamiento.

5.1.3.9 Margen Neto de la Situación Con Proyecto

El Margen Neto determinado para la Situación Con Proyecto se presenta en el Cuadro N° 5.5 para los años de estabilización según corresponda a cada Caso y comparable con la Situación Base.

Cuadro N° 5.5
Margen Neto por Caso para la
Situación Base y Situación Con Proyecto al Año de Estabilización (Año 18)

Margen Neto (\$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
Situación Base	205.171	346.754	1.051.678	1.634.086	1.314.069	7.125.230	32.735.748	(44.738)
Situación Con Proyecto	1.177.684	1.320.372	13.835.499	11.166.102	14.768.130	76.569.684	248.267.567	95.713.426

Fuente: Elaboración propia.

5.2 Descripción de los Casos en Situación Con Proyecto

En el Cuadro N° 5.6 se muestra el patrón productivo de cada Caso en la Situación Con Proyecto. Se destaca que en este caso se informan rotaciones, las cuales están representadas en un mismo Caso por un mismo color, por lo que la superficie arable o con uso agrícola considera la suma exclusivamente de una de las especies que se encuentran en rotación.

Además, en el Cuadro N° 5.7 se muestra un resumen de las superficies totales según cada especie productiva y proyectadas al Universo Predial.

Cuadro N° 5.6
Patrón Productivo y Superficies por Casos para la Situación Con Proyecto

Superficies (ha)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Total Casos
	Rol 143-11	Rol 141-7	Rol 146-11	Rol 141-6	Rol 102-27	Rol 107-2	Rol 143-10	Rol 102-1	
Cultivos y Hortalizas									
Ají					2,006				
Brócoli	0,192				2,006				
Cebolla					2,006				
Coliflor	0,192								
Espárrago					2,006				
Invernadero Pepino Dulce						0,240		0,290	
Invernadero Tomate						0,240		0,290	
Lechuga		0,126			2,006				
Melón	0,192								
Pepino Ensalada					2,006				
Pimiento Morrón					2,006				
Repollo	0,192								
Sandía	0,192								
Tomate		0,126			2,006				
Zanahoria					2,006				
Zapallo	0,192								
Flores									
Clavel		0,020	0,107						
Ilusiones		0,020	0,107						
Frutales									
Damasco						2,398	3,194	1,739	
Higuera			0,357	0,336					
Membrillo				0,336		1,319			
Olivo – aceite			3,804	2,985		11,463	43,036	15,302	
Olivo – cocktail			0,346	0,271		1,151	3,912	1,391	
Olivo – mesa	0,576	2,252	2,196	1,500		6,691	28,105	9,390	
Superficie Arable	1,151	2,418	6,917	5,480	10,032	23,501	78,248	28,402	
Sup. No Arable	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Sup. No Productiva	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
Sup. Ind. Productiva	0,048	0,101	0,214	0,168	0,310	0,480	1,597	0,580	
Sup. Drenaje Limitado	1,990	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	159,595
Sup. Buen Drenaje	0,069	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,664	0,444	1,177
Sup. Zona Preservación	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3,263	0,158	0,000	3,421
Superficie Total	1,268	2,519	7,131	5,596	10,342	27,244	80,667	29,426	164,193
N° Predios representados	10	6	6	6	1	3	2	1	35

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.7
Patrón Productivo y Superficie Total de Casos y
Proyectada al Universo Predial para la Situación Con Proyecto

Superficie (ha)	Superficie Total Casos (ha)	% de la Superficie Total Drenaje Limitado	Superficie Total Proyectada Universo Predial (ha)
Cultivos y Hortalizas			
Ají			
Brócoli	2,198	1,377 %	14,195
Cebolla	2,006	1,257 %	3,932
Coliflor	0,192	0,120 %	10,264
Espárrago	2,006	1,257 %	3,932
Invernadero Pepino Dulce	0,530	0,332 %	2,786
Invernadero Tomate	0,530	0,332 %	2,786
Lechuga	2,132	1,336 %	11,027
Melón			
Pepino Ensalada			
Pimiento Morrón			
Repollo	0,192	0,120 %	10,264
Sandía			
Tomate			
Zanahoria	2,006	1,257 %	3,932
Zapallo			
Flores			
Clavel	0,127	0,080 %	2,452
Ilusiones	0,127	0,080 %	2,452
Frutales			
Damasco	7,331	4,593 %	25,448
Higuera	0,692	0,434 %	9,660
Membrillo	1,655	1,037 %	10,442
Olivo – aceite	76,592	47,991 %	303,073
Olivo – cocktail	7,072	4,431 %	27,980
Olivo – mesa	50,710	31,774 %	338,005
Superficie Arable	156,098	97,809 %	782,629
Sup. Ind. Productiva	3,497	2,191 %	22,176
Sup. Mal Drenaje	159,595	100 %	804,805

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Aunque se mencionan todas las especies, no se consideran las superficies en rotación del segundo cultivo para determinar la superficie total para los Casos y del Universo Predial.

Los parámetros Agroeconómicos para la Situación Con Proyecto se muestran en el Cuadro N° 5.8. Estos están extraídos de la evaluación económica y corresponden a un año en que todos los Casos han alcanzado su estabilización después de haberse incorporado en el proyecto.

Cuadro N° 5.8
Parámetros Agroeconómicos por Casos
para la Situación Con Proyecto (miles \$/Caso) (Año 18)

Parámetros Agroeconómicos (miles \$/Caso)	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8
	Rol 143-11	Rol 141-7	Rol 146-11	Rol 141-6	Rol 102-27	Rol 107-2	Rol 143-10	Rol 102-1
Costos Directos	1.626	2.898	12.861	9.862	15.951	46.919	165.457	60.085
Costos Indirectos	81	144	514	394	638	1.407	4.963	1.802
Ingreso Bruto	2.986	4.615	24.270	18.703	32.504	112.961	378.369	143.763
Margen Neto	1.144	388	10.079	7.807	14.733	62.067	200.760	78.772

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El margen neto esta calculado considerando costos de inversión y capacitación y transferencia tecnológica, datos que no están informados en el cuadro pero sí se encuentran en el Anexo Flujos Agroeconómicos.

Datos descritos a un año de estabilización (Año 18)

5.3 Requerimientos de Inversión

Los requerimientos de inversión, corresponden a toda la infraestructura de apoyo a la producción agrícola, tanto primaria como secundaria que permite optimizar y mejorar el rendimiento o resultado final de los productos agrícolas que es necesario implementar de acuerdo al patrón productivo para una Situación con Proyecto.

5.3.1 Costos de implementación de sistemas de riego

5.3.1.1 Sistema de surcos con conducción del tipo californiano

El sistema de riego considerado, presenta un valor total de \$589.820/ha, con un costo anual de operación de \$29.491/ha equivalente al 5% del costo total señalado. Además, se incluye un costo anual de mantenimiento (2,0%) y de reposición (3,5%) que alcanza a los \$11.796 y \$20.643/ha en forma respectiva.

Las tuberías de distribución representan el ítem de costos de mayor importancia en este sistema, ya que significa un 30,7% de los costos totales.

5.3.1.2 Sistema de riego por goteo

El costo total del sistema de riego por goteo, asciende a los \$2.087.320/ha con un costo anual de operación de \$20.873/ha equivalente al 1% del costo total del sistema. El costo anual de mantenimiento es de \$41.746/ha y un costo anual de reposición de \$208.732/ha lo que equivale a un 2 y 10% del costo total de inversión para este sistema.

El ítem que presenta el mayor costo para la implementación de este sistema de riego es el cabezal de filtros, con un 14,6% del total.

5.3.1.3 Sistema de riego por cintas

Para el riego por cintas, se tiene un costo total de inversión de \$1.150.000/ha con un costo anual de operación \$11.500/ha equivalente al 1% del costo total de inversión para este sistema. El costo anual de mantenimiento se ha establecido en \$23.000/ha lo que implica un 2% del costo total y por otra parte, se tiene que el costo anual de reposición alcanza al 50% del valor total de las cintas de riego.

5.3.2 Costos de implementación de sistemas de drenaje intrapredial

En la estimación de los costos de instalación y mantención de un sistema de drenaje intrapredial se tomaron tres predios del área de estudio de manera de representar los diferentes tamaños prediales existentes en dicha área. Cabe señalar que el detalle de la metodología y los cálculos realizados para los tres diseños tipo se presentan en el Capítulo 6 del presente estudio.

5.3.2.1 Casos 1 y 2

La superficie del sistema de drenaje tipo para estos Casos es de 3,6 ha. El costo total de construcción y materiales es de \$3.022.684, lo que equivale a \$ 839.401/ ha.

El costo anual de mantenimiento, se estimó sobre la base de lo señalado por CIREN (1996), que señala un costo de 2% sobre el costo total en materiales y construcción. De esta forma, el costo anual de mantenimiento es de \$60.454 que equivale a \$16.793/ha.

5.3.2.2 Casos 3, 4 y 5

El costo de construcción alcanza a \$4.569.427 para el total de la superficie del predio (5,596 ha), equivalente a \$810.870/ha. El costo de mantenimiento anual, siguiendo la metodología señalada para el drenaje tipo anterior, es de \$90.753 (\$16.217/ha).

5.3.2.3 Casos 6, 7 y 8

El costo de construcción para el drenaje tipo de estos Casos, se estimó en \$23.740.767 equivalente a \$989.982/ ha.

El costo anual de mantenimiento alcanza a \$474.815, que es equivalente a \$19.800/ha, considerando una superficie del diseño tipo de 23,981 ha.

5.3.3 Inversiones en invernaderos

Las hortalizas que se destinan a ser producidas en invernaderos para los Casos 6 y 8, son el pepino dulce y el tomate, ya que presentan una adecuada rentabilidad comparadas con las restantes propuestas para la Situación con Proyecto. Los valores de inversión en infraestructura de invernaderos, están calculados por hectárea asumiendo que cada nave ocupa una superficie de 300 m². El costo por hectárea de invernaderos alcanza un monto de \$12.741.759/ha.

La vida útil de la estructura del invernadero es de 4 años, considerando reparaciones anuales que alcanzan al 10% del valor de dicha estructura. Por otra parte, el plástico del invernadero presenta una vida útil de 2 años, por lo que al tercer año, debe ser reemplazado por uno nuevo.

El flujo de inversiones para invernaderos de pepino dulce y tomate, se presenta en detalle en el Anexo 5.3 de fichas técnicas de hortalizas para la Situación con Proyecto.

5.3.4 Inversiones en Planta para Aceite de Oliva

En el área de estudio se proyecta la implementación de plantas para la producción de aceite de oliva en los predios representados por los Casos 3, 4, 6, 7 y 8. La capacidad de procesamiento se determinó por la producción total estimada al año de plena producción de huertos de olivo con variedades aceiteras, para cada uno de los Casos señalados.

Se estimó que el contenido de aceite de las aceitunas provenientes de variedades aceiteras como Arbequina, Empeltre y Picual, es en promedio un 20,3%.

La producción total de aceite de oliva para los Casos 3 y 4, proyectada al área de estudio, es de 148.132 L/año. De acuerdo a esto y a información de maquinaria e infraestructura proporcionada por agentes comercializadores e importadores, se determinó el tamaño de planta que permitirá procesar el total de la producción definida anteriormente.

Procesadora Tipo

- Capacidad Máxima	350 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	5600 kg/día
- Producción Aceitunas	729.715 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	8.108 kg/día (Período de 3 meses de cosecha = 90 días)
- Número de Plantas Requeridas	1,448

Con dos plantas procesadoras del tipo anterior, se puede elaborar aceite de oliva en el período que se desarrolla la cosecha de aceitunas (3 meses), para la totalidad de la superficie de variedades aceiteras de los Casos 3 y 4 (93,7 ha).

El costo total para las dos plantas elaboradoras de aceite de oliva para los Casos 3 y 4, es de \$133.463.986 al año de plena producción, lo que significa un valor por hectárea de \$1.424.331. El costo de mantención anual, equivale al 1,5% de la inversión inicial más el mismo porcentaje de las inversiones anuales hasta el año de plena producción.

Para los Casos 6, 7 y 8, la producción total de aceite de oliva proyectada al área de estudio, es de 427.157 L/año.

Para definir el tamaño y número de plantas que puedan procesar la producción total de los Casos anteriores, se procedió de igual forma que para los Casos 3 y 4, con planta tipo de las siguientes características:

Procesadora Tipo

- Capacidad Máxima	350 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	5.600 kg/día
- Producción Aceitunas	2.104.222 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	23.380 kg/día (Período de 3 meses de cosecha = 90 días)
- Número de Plantas Requeridas	4,17

Según lo anterior, para procesar la producción de los Casos 6, 7 y 8 en 209,37 ha, se requieren cuatro plantas procesadoras del tipo señalado.

El costo total para las cuatro plantas elaboradoras de aceite de oliva en los Casos anteriormente señalados, es de \$283.727.972 al año de plena producción, lo que significa un valor por hectárea de \$1.355.149. El costo de mantención anual, equivale al 1,5% de la inversión inicial más el mismo porcentaje de las inversiones anuales hasta el año de plena producción (Anexo 5.3). La vida útil considerada para las plantas aceiteras es de 35 años.

5.3.5 Inversiones en Planta para Aceitunas Rellenas

Una parte de la producción de aceitunas de mesa del área de estudio, se proyecta destinarla a relleno, para lo cual se implementarán plantas para la producción de aceitunas para cocktail en los predios representados por los Casos 3, 4, 6, 7 y 8. La capacidad de procesamiento se determinó por la producción total estimada al año de plena producción de huertos de olivo con variedades de mesa, para cada uno de los Casos señalados.

La cosecha de la aceituna destinada a relleno, se desarrolla en un periodo de 3 a 4 meses (90 a 120 días). Esta aceituna se puede almacenar en estanques con salmuera, por lo que la capacidad de almacenamiento de la planta se estima en 1/3 de la producción total anual.

La aceituna rellena es equivalente a aproximadamente un 70% del peso de una aceituna normal con su cuesco y el relleno utilizado para efectos de esta evaluación, es el pimiento. Para rellenar 1 kg de aceitunas se necesitan 1,55 kg de pimiento.

La producción total de aceitunas para cocktail, proyectada al área de estudio para los Casos 3 y 4 es de 53.070 kg/año en una superficie de 8,52 ha. De acuerdo a lo anterior y a información de maquinaria e infraestructura proporcionada por agentes comercializadores e importadores, se determinó el tamaño de planta que permitirá procesar el total de la producción definida .

Procesadora Tipo

- Capacidad Máxima	20 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	320 kg/día
- Producción Aceitunas	75.815 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	361 kg/día (Período de 7 meses = 210 días)
- Número de Plantas Requeridas	1,13

El costo total para la planta elaboradora de aceitunas de cocktail en los Casos 3 y 4, es de \$20.502.885 al año de plena producción, lo que significa un valor por hectárea de \$2.406.881. El costo de mantención anual, equivale al 1,5% de la inversión inicial más el mismo porcentaje de las inversiones anuales hasta el año de plena producción.

La producción anual de aceituna de cocktail proyectada al área de estudio para los Casos 6, 7 y 8 es de 152.125 kg para una superficie de 19,46 ha.

El tamaño y número de plantas que puedan procesar la producción total de los Casos 6, 7 y 8, está definido de acuerdo a las siguientes características:

Procesadora Tipo

- Capacidad Máxima	70 kg/hora
- Tpo. Trab. Diario	16 Horas
- Procesamiento/día	1.120 kg/día
- Producción Aceitunas	217.322 Kg
- Procesamiento Exigido en Periodo de Cosecha	1.207 kg/día (Período de 6 meses = 180 días)
- Número de Plantas Requeridas	1,08

El costo total para la planta elaboradora de aceitunas de cocktail en los Casos señalados, es de \$41.950.876 al año de plena producción, lo que significa un valor por hectárea de \$2.155.620. El costo de mantención anual, equivale al 1,5% de la inversión inicial más el mismo porcentaje de las inversiones anuales hasta el año de plena producción.

La vida útil para las plantas anteriormente descritas, es de 35 años. Sin embargo, se estima que la vida útil de los estanques utilizados es de 10 años.

5.3.6 Inversiones en Planta para Damasco Deshidratado

La producción de damasco deshidratado se propone para los predios representados por los Casos 6, 7 y 8 y considera el secado de la fruta al aire libre previo tratamiento de sulfuración. Luego del deshidratado, el producto final se deberá envasar y rotular para ser comercializado en mercados nacionales y de exportación.

La producción de damascos deshidratados proyectada a una superficie de 25,45 ha, es de 80.755 kg/año.

El monto total de inversión alcanza a los \$13.324.500 para una planta que procese las 25,45 ha de damascos presentes en los Casos anteriormente señalados. Lo anterior implica un costo unitario de \$523.602/ha.

5.3.7 Inversiones en Planta para Dulce de Membrillo

De acuerdo a la superficie de membrilleros propuesta para los Casos 4 y 6 se ha estimado la necesidad de inversión de una planta procesadora de membrillos para la elaboración de dulce que englobe a los predios representados en ambos Casos, ya que dada las características de producción del membrillero no se consideró pertinente separar ambos grupos como se había realizado en el análisis de las inversiones anteriores.

La producción de membrillos proyectada a una superficie de 10,44 ha, para los Casos 4 y 6, es de 65.784 kg/año. La inversión total es de \$10.890.876 y el costo unitario es de \$1.042.993/ha.

5.4 Balance Hídrico

5.4.1 Antecedentes y Metodología

En la determinación de los requerimientos hídricos de los cultivos, se debe desarrollar un cálculo que permita estimar la cantidad de agua disponible y deficitaria en el suelo, o expresado de otra forma, la relación entre la disponibilidad y la demanda de agua por los cultivos, que indicará el déficit o superávit de agua.

Un elemento de interés, en el estudio y propuestas de recuperación de suelos con mal drenaje en el sector bajo del Huasco, es el cálculo de los aportes capilares y de los requerimientos de lixiviación, estos últimos corresponden a la cantidad de agua que debe ser aplicada al cultivo para llevar las sales fuera de la rizósfera, y de esta forma no afectar su desarrollo.

En el sector bajo del río Huasco, se diferencian tres sectores de acuerdo a su ubicación geográfica y además con diferente profundidad y conductividad eléctrica del agua de la napa freática.

5.4.2 Evapotranspiración de Cultivo (ETc), Potencial (ETp) y Coeficiente de Cultivo (Kc)

Para la determinación de la ETp se utilizaron los valores estimados por CIREN CORFO - CNR (1997) donde para el área de estudio, se presenta un valor anual de ETp de 1.200 mm siendo enero el mes en que se produce la mayor demanda con 174,5 mm.

En la determinación del Kc de los cultivos anuales, se utilizó la metodología propuesta por Allen *et al* (1998) en la Serie Riego y Drenaje N° 56 de la FAO, la cual toma como criterio base, los factores que inciden en el valor de Kc, tales como las características del cultivo (fecha de plantación o de siembra, el ritmo de desarrollo del cultivo y la duración del período vegetativo), las condiciones climáticas y, especialmente, durante la primera fase de crecimiento, la frecuencia de humedecimiento del suelo (riego, lluvias).

En el cálculo del Kc se eligieron las fechas de siembra o plantación de acuerdo a la información obtenida localmente y a las proyecciones de desarrollo, determinándose el período vegetativo total con la información anterior y las fechas estimativas de cosecha en el ámbito local, tanto para frutales como para cultivos anuales (Cuadro N° 5.9).

Cuadro N° 5.9
Coefficientes de Cultivo Situación Con Proyecto (Kc)

Cultivo	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Olivo	0,72	0,72	0,67	0,67	0,67	0,67	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
Acelga			0,75	1,02								
Tomate								1,15	1,17	1,17	0,92	0,92
Zapallo	0,82							1,15	1,02	1,02	1,02	0,82
Zanahoria	0,73	1,07	1,07	1,07	0,97							
Coliflor			0,70	1,07	1,07	0,77						
Pimiento morrón						1,15	1,02	1,02	0,77	0,77		
Ají						1,15	1,02	1,02	0,77	0,77		
Brócoli		0,65	1,07	1,07	0,97							
Espárrago	0,97	0,97	0,32	0,32	0,50	0,50	0,50	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Lechuga			0,75	1,02								
Melón								1,02	1,07	1,07	0,77	0,77
Pepino dulce (invernadero)	0,78	0,78	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,90	0,90			
Pepino ensalada							1,15	0,97	0,97	0,97	0,77	
Claveles	0,97	0,97	0,32	0,32	0,50	0,50	0,50	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Ilusiones	0,97	0,97	0,32	0,32	0,50	0,50	0,50	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
Damascos	0,65	0,65	0,65	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,55	0,90	0,90	0,90
Sandía								1,02	1,07	1,07	0,77	0,77
Membrillero	0,75	0,75	0,75	0,20	0,20	0,20	0,20	0,60	0,60	0,95	0,95	0,95
Higuera	0,75	0,75	0,75	0,20	0,20	0,20	0,20	0,60	0,85	0,85	0,85	0,85
Repollo			0,85	1,07	1,07	0,97						
Tomate (invernadero)			0,78	0,78	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	0,90	0,90	
Cebolla		0,65	1,07	1,07	0,97							

Fuente: Elaboración propia sobre la base de FAO 56 (1998)

5.4.3 Demanda Hídrica Neta

La demanda hídrica neta (DHN) de los cultivos se obtiene al descontar a la ETc, el aporte de las precipitaciones, en este caso la precipitación o lluvia efectiva utilizable por parte de las plantas y el aporte por capilaridad, que depende de la profundidad de la napa freática.

$$DHN = 10 \times (ETc - Pef - \text{Capilaridad}) \text{ (m}^3/\text{ha)}$$

En donde:

- DHN = Demanda hídrica neta (m³/ ha)
- ETc = Evapotranspiración de cultivo (mm)
- Pef = Precipitación efectiva (mm)
- Capilaridad = Aportes a la rizósfera por fenómenos capilares (mm)

Para la Situación Actual, los aportes por capilaridad se estimaron en función del monitoreo de la profundidad de la napa freática en los pozos de observación, siendo para el sector 1 igual a cero y

en los sectores 2 y 3 igual a 0,2 mm/día. Para la Situación Con Proyecto, los aportes por capilaridad tienden a cero, ya que los suelos serán drenados, llevando la napa freática fuera de la rizósfera.

Los valores de capilaridad se obtuvieron del nomograma de aportes por capilaridad según la profundidad de la napa freática de Doorenbos y Pruitt (FAO 24, 1986).

La precipitación efectiva, fue valorizada para todos los meses de acuerdo a la metodología propuesta por Blaney y Criddle, 1962 (Citado por Santibáñez y Fritsch, 1976), a través de una curva que permite determinar los valores por medio de interpolación simple. Sin embargo, las precipitaciones son escasas, de tal manera que los aportes por precipitación efectiva son inexistentes.

En el Cuadro N° 5.10 se presentan las demandas hídricas netas, donde se observa que el Sector 1 de la Situación Actual, presenta mayores valores que los calculados para los mismos cultivos en los Sectores 2 y 3, debido a que en estos últimos Sectores se produce aporte capilar.

En la Situación Con Proyecto, al considerar el aporte capilar como cero, en los tres Sectores las demandas hídricas netas son las mismas para el patrón de cultivos analizado (Cuadro N° 5.11).

Cuadro N° 5.10
Demanda Hídrica Neta de los Cultivos (m³/ha), Situación Actual

Cultivo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	Sep	oct	Nov	Dic	Total
Sector 1													
Olivo	1.256,3	1.018,7	788,7	523,4	363,4	271,8	313,6	426,0	569,4	794,0	963,4	1.206,1	8.494,7
Acelga			206,0	796,8									1.002,8
Chacras			206,0	820,3	580,4	312,3		177,5	925,2	1.290,3	1.231,0	1.541,2	7.084,1
Zanahoria	305,3	1.513,8	1.259,6	835,9	526,1	393,4							4.834,2
Coliflor			206,0	835,9	580,4	312,3							1.934,6
Sector 2 y 3													
Olivo	1.211,6	978,3	747,2	483,2	321,9	231,6	269,0	382,8	524,7	750,8	918,7	1.161,5	7.981,3
Acelga			195,2	735,6									930,8
Chacras			195,2	757,3	514,0	266,1		159,5	852,7	1.220,1	1.173,9	1.484,1	6.622,9
Zanahoria	294,5	1.453,9	1.193,3	771,7	466,0	335,2							4.514,6
Coliflor			195,2	771,7	514,0	266,1							1.747,0

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.11
Demanda Hídrica Neta de los Cultivos (m³/ha), Situación Con Proyecto

Cultivo	ene	feb	mar	Abr	may	jun	Jul	ago	sep	oct	nov	dic	Total
Sectores 1, 2 y 3													
Ají						466,4	444,3	603,4	608,9	849,2			2.972,3
Brócoli		919,6	1.259,6	835,9	526,1								3.541,2
Cebolla		919,6	1.259,6	835,9	263,1								3.278,2
Clavel	1.692,5	1.372,4	376,7	250,0	271,2	202,8	217,8	573,9	767,1	1.069,7	1.297,9	1.624,9	9.716,7
Coliflor			824,0	835,9	580,4	312,3							2.552,6
Damasco	1.134,1	919,6	765,2	156,2	108,5	81,1	87,1	118,3	434,9	992,5	1.204,2	1.507,7	7.509,5
Espárrago	1.692,5	1.372,4	376,7	250,0	271,2	202,8	217,8	573,9	767,1	1.069,7	1.297,9	1.624,9	9.716,7
Higuera	1.308,6	1.061,1	882,9	156,2	108,5	81,1	87,1	355,0	672,2	937,4	1.137,3	1.423,9	8.211,3
Ilusiones	1.692,5	1.372,4	376,7	250,0	271,2	202,8	217,8	573,9	767,1	1.069,7	1.297,9	1.624,9	9.716,7
Inv. Pepino dulce	1.352,2	1.103,5	1.236,1	820,3	569,5	425,9	457,4	532,4	711,7				7.209,0
Inv. Tomate			912,3	609,3	569,5	425,9	457,4	621,2	830,3	992,5	1.204,2		6.622,7
Lechuga			882,9	796,8									1.679,7
Melón								603,4	846,2	1.180,0	1.030,3	1.289,9	4.949,7
Membrillero	1.308,6	1.061,1	882,9	156,2	108,5	81,1	87,1	355,0	474,5	1.047,7	1.271,1	1.591,4	8.425,2
Olivo	1.256,3	1.018,7	788,7	523,4	363,4	271,8	313,6	426,0	569,4	794,0	963,4	1.206,1	8.494,7
Pepino ensalada							500,9	573,9	767,1	1.069,7	1.030,3		3.941,8
Pimiento						466,4	444,3	603,4	608,9	849,2			2.972,3
Repollo			1.000,6	835,9	580,4	393,4							2.810,3
Sandía								603,4	846,2	1.180,0	1.030,3	1.289,9	4.949,7
Tomate								680,3	925,2	1.290,3	1.231,0	1.541,2	5.668,0
Zanahoria	1.265,0	1.513,8	1.259,6	835,9	263,1								5.137,4
Zapallo	1.430,7							680,3	806,6	1.124,9	1.364,8	1.373,7	6.781,0

Fuente: Elaboración propia.

5.4.4 Requerimientos de Lixiviación

Los requerimientos de lixiviación corresponden a la cantidad de agua que debe percolar para desplazar las sales solubles fuera de la rizósfera. Se estima según la relación:

$$RL = \frac{R_{ETc} \times CE_{ar} + C \times (CE_c - CE_{ext})}{(CE_{ext} + CE_{ar})}$$

Donde:

R_{ETc} = Requerimientos de evapotranspiración de cultivo (m³/ ha/ mes)

CE_{ar} = Conductividad eléctrica del agua de riego (dS/ m)

C = Aportes por capilaridad (m³/ ha/ mes)

CE_c = Conductividad eléctrica del agua capilar (dS/ m)

CE_{ext} = Conductividad eléctrica del extracto tolerable por los cultivos (dS/ m)

En el Cuadro N° 5.12 se presentan los valores utilizados y los requerimientos de lixiviación por sector de riego para la Situación Con Proyecto. Sólo se calcularon las fracciones de lixiviación para la Situación Con Proyecto, bajo el supuesto de que en la Situación Actual no se drena o no se aplica agua adicional para lavar las sales.

La conductividad eléctrica tolerable (CE_{ext}) por los cultivos se asumió en 2 dS/m para la Situación Con Proyecto, la cual corresponde al rango de un suelo no salino (Ayers y Wescot, FAO 1987). La conductividad eléctrica de las aguas de riego (CE_{ar}) se definió en 3 dS/m.

Cuadro N° 5.12
Fracciones de Lixiviación, Situación Con Proyecto

Cultivos	Fracciones de lixiviación (m ³ /ha)												Total
	ene	feb	Mar	abr	may	Jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Sectores 1, 2 y 3													
Ají						279,9	266,6	362,1	365,3	509,5			1.783,4
Brócoli		551,8	755,8	501,5	315,7								2.124,7
Cebolla		551,8	755,8	501,5	157,8								1.966,9
Clavel	1.015,5	823,4	226,0	150,0	162,7	121,7	130,7	344,3	460,2	641,8	778,7	975,0	5.830,0
Coliflor			494,4	501,5	348,2	187,4							1.531,6
Damasco	680,5	551,8	459,1	93,7	65,1	48,7	52,3	71,0	261,0	595,5	722,5	904,6	4.505,7
Espárrago	1.015,5	823,4	226,0	150,0	162,7	121,7	130,7	344,3	460,2	641,8	778,7	975,0	5.830,0
Higuera	785,2	636,7	529,7	93,7	65,1	48,7	52,3	213,0	403,3	562,4	682,4	854,4	4.926,8
Ilusiones	1.015,5	823,4	226,0	150,0	162,7	121,7	130,7	344,3	460,2	641,8	778,7	975,0	5.830,0
Inv. Pepino dulce	811,3	662,1	741,6	492,2	341,7	255,5	274,4	319,5	427,0				4.325,4
Inv. Tomate			547,4	365,6	341,7	255,5	274,4	372,7	498,2	595,5	722,5		3.973,6
Lechuga			529,7	478,1									1.007,8
Melón								362,1	507,7	708,0	618,2	773,9	2.969,8
Membrillero	785,2	636,7	529,7	93,7	65,1	48,7	52,3	213,0	284,7	628,6	762,7	954,9	5.055,1
Olivo	753,8	611,2	473,2	314,0	218,0	163,1	188,2	255,6	341,6	476,4	578,0	723,7	5.096,8
Pepino ensalada							300,6	344,3	460,2	641,8	618,2		2.365,1
Pimiento						279,9	266,6	362,1	365,3	509,5			1.783,4
Repollo			600,4	501,5	348,2	236,1							1.686,2
Sandía								362,1	507,7	708,0	618,2	773,9	2.969,8
Tomate								408,2	555,1	774,2	738,6	924,7	3.400,8
Zanahoria	759,0	908,3	755,8	501,5	157,8								3.082,4
Zapallo	858,4							408,2	484,0	674,9	818,9	824,2	4.068,6

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5 Tasa de Riego por Cultivo

La tasa de riego corresponde al volumen de agua requerido por unidad de superficie de cultivo (ha) para satisfacer su demanda hídrica neta, dependiendo de la eficiencia de aplicación del riego, según la relación:

$$TR = \frac{DHN}{\text{Ef. Riego}}$$

Donde:

TR	=	Tasa de riego	(m ³ /ha/mes)
DHN	=	Demanda Hídrica Neta	(m ³ /ha/mes)
Ef. Riego	=	Eficiencia de aplicación del riego	(tanto por uno)

5.4.5.1 Eficiencia de Riego

La eficiencia de riego se entiende como el volumen de agua aplicado a un cultivo, con un determinado sistema de riego, que queda efectivamente retenido en la zona radicular, disponible para las plantas.

Las eficiencias de riego por cultivo para cada Caso se estimaron en función de lo observado en terreno, de la capacidad empresarial y del grado de asesoramiento de los agricultores. Para ello se tomó como referencia las eficiencias de riego normalizadas por la Comisión Nacional de Riego (C.N.R.) en los proyectos de riego, conforme a Ley N° 18.450, que se presentan en el Reglamento sobre normas para fomento de inversión privada en obras de riego y drenaje (Decreto N° 397 del año 1996 Artículo N° 13). Estos valores se ponderaron por el porcentaje de representación de cada sistema de riego en los grupos de Casos analizados (Cuadros N° 5.13 y 5.14).

Cuadro N° 5.13
Distribución de Métodos de Riego según
Cultivo por Grupo de Casos para la Situación Actual

Método Riego / Rubro	Casos 1 y 2	Caso 3, 4 y 5	Casos 6, 7 y 8
Olivos			
Tendido	80%	50%	60%
Surco	20%	50%	20%
Tazas			20%
Eficiencia Promedio	33%	38%	40%
Chacras y Hortalizas			
Tendido	100%	100%	
Eficiencia Promedio	30%	30%	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.14
Distribución de Métodos de Riego según
Cultivo por Grupo de Casos para la Situación Con Proyecto

Método de Riego / Rubro	Casos 1 y 2	Casos 3, 4 y 5	Casos 6, 7 y 8
Frutales			
Surco Californiano	35%	25%	33%
Bordes	15%	30%	33%
Surco	35%	20%	
Goteo	15%	25%	33%
Eficiencia Promedio	55,75 %	62 %	66 %
Hortalizas			
Surcos	100%	100%	
Eficiencia Promedio	45 %	45 %	
Flores			
Surcos	100%	100%	
Eficiencia Promedio	45 %	45 %	
Invernaderos			
Cintas			100%
Eficiencia Promedio			90%

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5.2 Percolación Profunda

Para la estimación de la fracción del agua de riego que va a percolación profunda, se utilizaron los valores señalados por la Universidad de Concepción (Citado por Salgado, 2000), según el método de riego utilizado, los cuales se presentan en el Cuadro N° 5.15.

Cuadro N° 5.15
Pérdidas por Percolación Profunda (%)
Según el Método de Riego Utilizado

Método de Riego	Percolación Profunda (%)
Tendido	28
Surcos	22
Bordes rectos	16
Tazas	14

Fuente: Salgado, 2000. Manual de estándares técnicos y económicos para obras de drenaje

En el análisis de los requerimientos de lixiviación, se utilizaron fracciones de percolación ponderadas según Caso. Los valores de las fracciones se presentan en los Cuadros N° 5.16 y N° 5.17 para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

Cuadro N° 5.16
Fracción de la Tasa de Riego que va a Percolación Profunda,
Según Caso y Cultivo para la Situación Actual

Caso	Cultivos	Sistema	Fracción a Percolación
Casos 1 y 2	Olivo	Surcos y tendido	27%
Casos 3 y 4	Olivo	Surcos y tendido	25%
Casos 6 y 7	Olivo	Surcos y tendido	24%
Caso 5	Acelga	Surco y borde	28%
Caso 4	Chacras	Surcos	28%
Caso 5	Zanahoria	Surco y borde	28%
Caso 5	Coliflor	Surco y borde	28%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.17
Fracción de la Tasa de Riego que va a Percolación Profunda,
Según Caso y Cultivo para la Situación Con Proyecto

Caso	Cultivo	Fracción a Percolación
1, 2 y 5	Hortalizas	22,0%
6 y 8	Invernadero hortalizas	0 %
2 y 3	Flores	22,0%
1 y 2	Frutales	17,8%
3 y 4	Frutales	14,7%
6, 7 y 8	Frutales	12,5%

Fuente: Elaboración propia.

Los valores de percolación profunda en m³/ha, se presentan en los Cuadros N° 5.18 y N° 5.19 según sector para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

Cuadro N° 5.18
Percolación Profunda, Situación Actual

Cultivos	Percolación (m ³ / ha)												Total
	Ene	feb	mar	Abr	may	jun	Jul	ago	Sep	oct	nov	dic	
Sector 1													
Olivo Casos 1 y 2	1.028	833	645	428	297	222	257	349	466	650	788	987	6.950
Olivo Casos 3 y 4	826	670	519	344	239	179	206	280	375	522	634	794	5.589
Olivo Casos 6 y 7	754	611	473	314	218	163	188	256	342	476	578	724	5.097
Acelga			192	744									936
Chacras			192	766	542	291		166	864	1.204	1.149	1.438	6.612
Zanahoria	285	1.413	1.176	780	491	367							4.512
Coliflor			192	780	542	291							1.806
Sectores 2 y 3													
Olivo Casos 1 y 2	991	800	611	395	263	189	220	313	429	614	752	950	6.530
Olivo Casos 3 y 4	797	644	492	318	212	152	177	252	345	494	604	764	5.251
Olivo Casos 6 y 7	727	587	448	290	193	139	161	230	315	450	551	697	4.789
Acelga			182	687									869
Chacras			182	707	480	248		149	796	1.139	1.096	1.385	6.181
Zanahoria	275	1.357	1.114	720	435	313							4.214
Coliflor			182	720	480	248							1.631

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.19
Percolación Profunda, Situación Con Proyecto

Cultivo	Percolación Profunda m ³ /ha												Total
	ene	feb	Mar	abr	May	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Sectores 1, 2 y 3													
Ají						228,0	217,2	295,0	297,7	415,1			1.453,1
Brócoli		449,6	615,8	408,7	257,2								1.731,3
Cebolla		449,6	615,8	408,7	257,2								1.731,3
Coliflor			402,9	408,7	283,7	152,7							1.247,9
Espárrago	827,4	670,9	184,2	122,2	132,6	99,1	106,5	280,5	375,0	523,0	634,5	794,4	4.750,4
Lechuga			431,6	389,6									821,2
Melón								295,0	413,7	576,9	503,7	630,6	2.419,9
Pepino ensalada							244,9	280,5	375,0	523,0	503,7		1.927,1
Pimiento						228,0	217,2	295,0	297,7	415,1			1.453,1
Repollo			489,2	408,7	283,7	192,3							1.373,9
Sandía								295,0	413,7	576,9	503,7	630,6	2.419,9
Tomate								332,6	452,3	630,8	601,8	753,5	2.771,0
Zapallo	699,5							332,6	394,3	549,9	667,2	671,6	3.315,1
Zanahoria	618,4	740,1	615,8	408,7	257,2								2.640,2
Clavel	827,4	670,9	184,2	122,2	132,6	99,1	106,5	280,5	375,0	523,0	634,5	794,4	4.750,4
Ilusiones	827,4	670,9	184,2	122,2	132,6	99,1	106,5	280,5	375,0	523,0	634,5	794,4	4.750,4
Damasco Caso 6, 7 y 8	215,5	174,7	145,4	29,7	20,6	15,4	16,6	22,5	82,6	188,6	228,8	286,5	1.426,8
Higuera Caso 3 y 4	310,3	251,6	209,3	37,0	25,7	19,2	20,7	84,2	159,4	222,2	269,7	337,6	1.946,9
Membrillero Caso 3 y 4	491,9	398,8	331,9	58,7	40,8	30,5	32,7	133,4	178,3	393,8	477,8	598,2	3.166,9
Membrillero Caso 6, 7 y 8	452,1	366,6	305,0	54,0	37,5	28,0	30,1	122,6	163,9	361,9	439,1	549,8	2.910,5
Olivo Caso 1 y 2	401,1	325,2	251,8	167,1	116,0	86,8	100,1	136,0	181,8	253,5	307,6	385,1	2.712,2
Olivo Caso 3 y 4	297,9	241,5	187,0	124,1	86,2	64,4	74,4	101,0	135,0	188,3	228,4	286,0	2.014,1
Olivo Caso 6, 7 y 8	238,7	193,5	149,9	99,4	69,0	51,6	59,6	80,9	108,2	150,9	183,0	229,2	1.614,0

Fuente: Elaboración propia.

5.4.5.3 Tasa de Riego Neta

La tasa de riego neta, se presenta en los Cuadros N° 5.20 y 5.21 para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

En Situación Con Proyecto, se incorpora el concepto de lixiviación de sales, por lo que el valor final de la tasa de riego neta se obtiene de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$TR = \frac{DHN}{\text{Ef. Riego}} + (FL - PP), \text{ sólo si } (FL - PP) > 0$$

Donde:

TR	=	Tasa de riego	(m ³ /ha)
DHN	=	Demanda Hídrica Neta	(m ³ /ha)
Ef. Riego	=	Eficiencia de aplicación del riego	(tanto por uno)
FL	=	Fracción de lixiviación	(m ³ /ha)
PP	=	Percolación profunda	(m ³ /ha)

Cuadro N° 5.20
Tasas de Riego Neta, Situación Actual

Cultivos	Tasa de Riego (m ³ / ha)												Total
	ene	feb	mar	Abr	may	jun	jul	Ago	sep	oct	Nov	dic	
Sector 1													
Olivo Casos 1 y 2	3.806,8	3.086,8	2.390,1	1.586,1	1.101,2	823,5	950,4	1.290,8	1.725,4	2.406,1	2.919,3	3.655,0	25.741,5
Olivo Casos 3 y 4	3.305,9	2.680,7	2.075,6	1.377,4	956,3	715,1	825,3	1.120,9	1.498,4	2.089,5	2.535,2	3.174,1	22.354,4
Olivo Casos 6 y 7	3.140,6	2.546,6	1.971,8	1.308,5	908,5	679,4	784,1	1.064,9	1.423,4	1.985,0	2.408,4	3.015,4	21.236,7
Acelga			686,7	2.656,1									3.342,8
Chacras			686,7	2.734,2	1.934,6	1.041,0		591,6	3.084,1	4.300,9	4.103,2	5.137,3	23.613,6
Zanahoria	1.017,8	5.046,1	4.198,7	2.786,3	1.753,8	1.311,4							16.114,1
Coliflor			686,7	2.786,3	1.934,6	1.041,0							6.448,6
Sector 2 y 3													
Olivo Casos 1 y 2	3.671,6	2.964,7	2.264,2	1.464,3	975,4	701,7	815,1	1.159,9	1.590,1	2.275,2	2.784,0	3.519,7	24.185,7
Olivo Casos 3 y 4	3.188,5	2.574,6	1.966,3	1.271,6	847,0	609,3	707,9	1.007,2	1.380,9	1.975,8	2.417,7	3.056,6	21.003,4
Olivo Casos 6 y 7	3.029,0	2.445,8	1.868,0	1.208,0	804,7	578,9	672,5	956,9	1.311,8	1.877,0	2.296,8	2.903,8	19.953,2
Acelga			650,5	2.452,1									3.102,6
Chacras			650,5	2.524,2	1.713,4	887,0		531,6	2.842,3	4.066,9	3.913,1	4.947,1	22.076,3
Zanahoria	981,6	4.846,4	3.977,5	2.572,3	1.553,3	1.117,4							15.048,6
Coliflor			650,5	2.572,3	1.713,4	887,0							5.823,3

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.21
Tasas de Riego Neta, Situación Con Proyecto

Cultivo	Tasa de Riego Neta (m ³ /ha)												Total
	Ene	feb	mar	abr	may	Jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Sectores 1, 2 y 3													
Ají						1.088,4	1.036,7	1.408,0	1.420,8	1.981,4			6.935,3
Brócoli		2.145,8	2.939,1	1.950,4	1.227,6								8.262,9
Cebolla		2.145,8	2.939,1	1.950,4	1.069,8								8.105,0
Coliflor			1.922,8	1.950,4	1.354,2	728,7							5.956,1
Espárrago	3.949,1	3.202,2	879,0	583,3	632,8	473,2	508,2	1.339,0	1.789,8	2.496,0	3.028,3	3.791,5	22.672,4
Lechuga			2.060,1	1.859,3									3.919,4
Melón								1.408,0	1.974,4	2.753,3	2.403,9	3.009,8	11.549,4
Pepino ensalada							1.168,9	1.339,0	1.789,8	2.496,0	2.403,9		9.197,6
Pimiento						1.088,4	1.036,7	1.408,0	1.420,8	1.981,4			6.935,3
Repollo			2.334,8	1.950,4	1.354,2	918,0							6.557,4
Sandía								1.408,0	1.974,4	2.753,3	2.403,9	3.009,8	11.549,4
Tomate								1.587,5	2.158,9	3.010,6	2.872,2	3.596,1	13.225,3
Zanahoria	2.951,6	3.532,3	2.939,1	1.950,4	1.069,8								12.443,2
Zapallo	3.338,4							1.587,5	1.882,1	2.624,7	3.184,4	3.205,2	15.822,3
Inv. Pepino dulce	2.313,8	1.888,3	2.115,0	1.403,6	974,5	728,7	782,6	911,1	1.217,8				12.335,4
Inv. Tomate			1.561,1	1.042,6	974,5	728,7	782,6	1.062,9	1.420,8	1.698,3	2.060,5		11.332,2
Clavel	3.949,1	3.202,2	879,0	583,3	632,8	473,2	508,2	1.339,0	1.789,8	2.496,0	3.028,3	3.791,5	22.672,4
Ilusiones	3.949,1	3.202,2	879,0	583,3	632,8	473,2	508,2	1.339,0	1.789,8	2.496,0	3.028,3	3.791,5	22.672,4
Higuera Caso 3 y 4	2.585,5	2.096,5	1.744,4	308,7	214,3	160,3	172,1	701,3	1.328,1	1.852,1	2.247,1	2.813,4	16.223,9
Damasco Caso 6 al 8	2.183,4	1.770,4	1.473,1	300,8	208,8	156,2	167,7	227,8	837,3	1.910,8	2.318,3	2.902,5	14.457,0
Membrillero Caso 4	2.790,1	2.262,4	1.882,5	333,1	231,3	173,0	185,8	756,8	1.011,7	2.233,8	2.710,2	3.393,2	17.963,8
Membrillero Caso 6	2.712,4	2.199,4	1.830,0	323,8	224,8	168,1	180,6	735,7	983,5	2.171,5	2.634,6	3.298,6	17.463,1
Olivo Caso 1 y 2	2.606,0	2.113,1	1.636,2	1.085,8	753,9	563,7	650,6	883,6	1.181,1	1.647,1	1.998,4	2.502,1	17.621,7
Olivo Caso 3 y 4	2.482,1	2.012,7	1.558,4	1.034,1	718,0	536,9	619,7	841,6	1.125,0	1.568,8	1.903,4	2.383,1	16.783,8
Olivo Caso 6, 7 y 8	2.418,5	1.961,1	1.518,4	1.007,6	699,6	523,2	603,8	820,0	1.096,1	1.528,6	1.854,6	2.322,0	16.353,5

Fuente: Elaboración propia.

5.4.6 Demandas hídricas brutas, Situación Actual

En el Cuadro N° 5.22 se presentan la demanda de agua de riego mensual por Caso según sector y en el Cuadro N° 5.23 se presentan las demandas hídricas brutas para las superficies proyectadas.

Al observar la demanda hídrica para las superficies proyectadas (Cuadro N° 5.24), el sector 1 es el de mayores requerimientos, demandando el 69,03% (7,57 millones de m³/año) sobre un total de 10,97 millones de m³. Cabe señalar que el riego es necesario durante todo el año en aquellos cultivos perennes, debido a la ausencia de precipitaciones. Además, en el Cuadro N° 5.25 se presentan los caudales continuos mensuales demandados en Situación Actual en L/s.

En el Cuadro N° 5.26 se presentan las tasas de riego ponderadas por sector y total del área de estudio y además expresadas como caudal continuo (24 horas día, 30 días al mes) y por turno de riego (16 horas al día, 24 días al mes). La tasa de riego ponderada para el área de estudio corresponde a 23.148,6 m³/ha/año, mientras que en enero se presenta la máxima demanda con una tasa de 3.408,5 m³/ha lo que significa un caudal continuo de 1,3 L/s/ha y 2,5 L/s/ha en turno de riego.

Cuadro N° 5.22
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso, Situación Actual (m³)

Caso/Cultivo	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (m ³) - Situación Actual												Total
		Ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	Ago	sep	oct	nov	dic	
Sector 1														
Caso 1	1,20	4.550,0	3.689,4	2.856,7	1.895,7	1.316,2	984,3	1.135,9	1.542,7	2.062,2	2.875,8	3.489,2	4.368,5	30.766,6
Olivo	1,20	4.550,0	3.689,4	2.856,7	1.895,7	1.316,2	984,3	1.135,9	1.542,7	2.062,2	2.875,8	3.489,2	4.368,5	30.766,6
Caso 2	2,02	7.689,8	6.235,4	4.827,9	3.203,9	2.224,5	1.663,5	1.919,8	2.607,3	3.485,3	4.860,3	5.896,9	7.383,1	51.997,7
Olivo	2,02	7.689,8	6.235,4	4.827,9	3.203,9	2.224,5	1.663,5	1.919,8	2.607,3	3.485,3	4.860,3	5.896,9	7.383,1	51.997,7
Caso 3	3,50	11.570,8	9.382,4	7.264,6	4.820,8	3.347,2	2.503,0	2.888,7	3.923,2	5.244,3	7.313,3	8.873,1	11.109,2	78.240,5
Olivo	3,50	11.570,8	9.382,4	7.264,6	4.820,8	3.347,2	2.503,0	2.888,7	3.923,2	5.244,3	7.313,3	8.873,1	11.109,2	78.240,5
Caso 4	5,28	15.802,4	12.813,6	10.264,7	7.951,0	5.538,6	3.938,9	3.945,2	5.653,8	8.704,2	12.138,3	14.169,7	17.740,7	118.660,9
Chacras	0,50			343,4	1.367,1	967,3	520,5		295,8	1.542,1	2.150,5	2.051,6	2.568,6	11.806,8
Olivo	4,78	15.802,4	12.813,6	9.921,3	6.583,9	4.571,3	3.418,4	3.945,2	5.358,0	7.162,2	9.987,9	12.118,1	15.172,0	106.854,1
Caso 5	2,45	2.035,6	10.092,2	8.706,4	6.793,8	3.894,4	2.831,1							34.353,6
Coliflor	0,20			137,3	557,3	386,9	208,2							1.289,7
Acelga	0,25			171,7	664,0									835,7
Zanahoria	2,00	2.035,6	10.092,2	8.397,4	5.572,6	3.507,5	2.622,9							32.228,2
Caso 6	15,40	48.378,5	39.228,5	30.373,8	20.156,3	13.994,9	10.465,2	12.078,0	16.403,4	21.926,7	30.577,6	37.099,1	46.448,7	327.130,8
Olivo	15,40	48.378,5	39.228,5	30.373,8	20.156,3	13.994,9	10.465,2	12.078,0	16.403,4	21.926,7	30.577,6	37.099,1	46.448,7	327.130,8
Caso 7	70,77	222.267,5	180.229,3	139.547,8	92.605,1	64.297,2	48.080,7	55.490,4	75.363,1	100.738,9	140.484,1	170.445,9	213.401,3	1.502.951,2
Olivo	70,77	222.267,5	180.229,3	139.547,8	92.605,1	64.297,2	48.080,7	55.490,4	75.363,1	100.738,9	140.484,1	170.445,9	213.401,3	1.502.951,2
Sector 2 y 3														
Caso 1	1,20	4.388,3	3.543,4	2.706,2	1.750,1	1.165,8	838,7	974,3	1.386,3	1.900,5	2.719,4	3.327,5	4.206,8	28.907,2
Olivo	1,20	4.388,3	3.543,4	2.706,2	1.750,1	1.165,8	838,7	974,3	1.386,3	1.900,5	2.719,4	3.327,5	4.206,8	28.907,2
Caso 2	2,02	7.416,6	5.988,6	4.573,7	2.957,8	1.970,2	1.417,4	1.646,6	2.342,9	3.212,0	4.595,9	5.623,7	7.109,8	48.855,1
Olivo	2,02	7.416,6	5.988,6	4.573,7	2.957,8	1.970,2	1.417,4	1.646,6	2.342,9	3.212,0	4.595,9	5.623,7	7.109,8	48.855,1
Caso 3	3,50	11.159,6	9.011,0	6.882,0	4.450,6	2.964,6	2.132,7	2.477,6	3.525,3	4.833,1	6.915,4	8.461,9	10.698,1	73.511,8
Olivo	3,50	11.159,6	9.011,0	6.882,0	4.450,6	2.964,6	2.132,7	2.477,6	3.525,3	4.833,1	6.915,4	8.461,9	10.698,1	73.511,8
Caso 4	5,28	17.550,1	14.171,0	11.148,1	8.261,2	5.518,9	3.797,5	3.896,3	5.809,9	9.021,9	12.908,9	15.264,1	19.297,8	126.645,8
Chacras	0,50			325,3	1.262,1	856,7	443,5		265,8	1.421,2	2.033,5	1.956,5	2.473,6	11.038,1
Olivo	4,78	17.550,1	14.171,0	10.822,8	6.999,1	4.662,2	3.354,0	3.896,3	5.544,1	7.600,7	10.875,5	13.307,5	16.824,2	115.607,6
Caso 5	2,45	1.963,3	9.692,8	8.247,8	6.272,0	3.449,3	2.412,3							32.037,5
Coliflor	0,20			130,1	514,5	342,7	177,4							1.164,7
Acelga	0,25			162,6	613,0									775,7
Zanahoria	2,00	1.963,3	9.692,8	7.955,1	5.144,6	3.106,6	2.234,9							30.097,2
Caso 6	15,40	49.115,2	39.658,7	30.288,5	19.587,6	13.047,5	9.386,4	10.904,1	15.515,6	21.271,2	30.435,8	37.242,1	47.083,8	323.536,6
Olivo	15,40	49.115,2	39.658,7	30.288,5	19.587,6	13.047,5	9.386,4	10.904,1	15.515,6	21.271,2	30.435,8	37.242,1	47.083,8	323.536,6
Caso 7	70,77	225.652,0	182.205,8	139.156,0	89.992,2	59.944,9	43.124,4	50.097,2	71.283,9	97.727,1	139.832,4	171.102,9	216.319,2	1.486.438,0
Olivo	70,77	225.652,0	182.205,8	139.156,0	89.992,2	59.944,9	43.124,4	50.097,2	71.283,9	97.727,1	139.832,4	171.102,9	216.319,2	1.486.438,0

Fuente: Elaboración propia

Nota: El Caso 8 no presenta riego por lo que no se considera para el cálculo de las demandas hídricas.

Cuadro N° 5.23
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso Proyectado, Situación Actual (miles m³)

Caso/Cultivo	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) - Situación Actual												Total
		ene	feb	mar	abr	may	Jun	Jul	Ago	sep	Oct	nov	dic	
Sector 1	331,05	1.099,59	902,89	703,53	479,01	331,66	245,98	273,84	374,71	511,73	713,63	860,56	1.077,43	7.574,57
Caso 1	38,09	145,01	117,58	91,04	60,42	41,95	31,37	36,20	49,17	65,72	91,65	111,20	139,22	980,53
Olivo	38,09	145,01	117,58	91,04	60,42	41,95	31,37	36,20	49,17	65,72	91,65	111,20	139,22	980,53
Caso 2	67,76	257,95	209,16	161,95	107,47	74,62	55,80	64,40	87,46	116,91	163,04	197,81	247,66	1.744,25
Olivo	67,76	257,95	209,16	161,95	107,47	74,62	55,80	64,40	87,46	116,91	163,04	197,81	247,66	1.744,25
Caso 3	26,00	85,94	69,69	53,96	35,81	24,86	18,59	21,46	29,14	38,95	54,32	65,90	82,51	581,13
Olivo	26,00	85,94	69,69	53,96	35,81	24,86	18,59	21,46	29,14	38,95	54,32	65,90	82,51	581,13
Caso 4	49,97	149,57	121,28	97,15	75,26	52,42	37,28	37,34	53,51	82,38	114,89	134,11	167,91	1.123,11
Chacras	4,73			3,25	12,94	9,16	4,93		2,80	14,60	20,35	19,42	24,31	111,75
Olivo	45,24	149,57	121,28	93,90	62,32	43,27	32,35	37,34	50,71	67,79	94,53	114,70	143,60	1.011,36
Caso 5	3,27	2,72	13,48	11,62	9,07	5,20	3,78							45,87
Coliflor	0,27			0,18	0,74	0,52	0,28							1,72
Acelga	0,33			0,23	0,89									1,12
Zanahoria	2,67	2,72	13,48	11,21	7,44	4,68	3,50							43,03
Caso 6	35,81	112,47	91,20	70,61	46,86	32,53	24,33	28,08	38,13	50,97	71,09	86,25	107,98	760,50
Olivo	35,81	112,47	91,20	70,61	46,86	32,53	24,33	28,08	38,13	50,97	71,09	86,25	107,98	760,50
Caso 7	110,15	345,94	280,51	217,19	144,13	100,07	74,83	86,36	117,29	156,79	218,65	265,28	332,14	2.339,18
Olivo	110,15	345,94	280,51	217,19	144,13	100,07	74,83	86,36	117,29	156,79	218,65	265,28	332,14	2.339,18
Sector 2	41,00	138,15	116,61	90,41	61,71	40,69	28,80	30,40	43,93	62,89	89,99	108,77	137,52	949,88
Caso 1	8,92	32,76	26,45	20,20	13,07	8,70	6,26	7,27	10,35	14,19	20,30	24,84	31,41	215,80
Olivo	8,92	32,76	26,45	20,20	13,07	8,70	6,26	7,27	10,35	14,19	20,30	24,84	31,41	215,80
Caso 2	10,25	37,63	30,39	23,21	15,01	10,00	7,19	8,35	11,89	16,30	23,32	28,53	36,07	247,88
Olivo	10,25	37,63	30,39	23,21	15,01	10,00	7,19	8,35	11,89	16,30	23,32	28,53	36,07	247,88
Caso 3	6,95	22,15	17,88	13,66	8,83	5,88	4,23	4,92	7,00	9,59	13,72	16,79	21,23	145,90
Olivo	6,95	22,15	17,88	13,66	8,83	5,88	4,23	4,92	7,00	9,59	13,72	16,79	21,23	145,90
Caso 4	13,35	44,39	35,84	28,19	20,89	13,96	9,60	9,85	14,69	22,82	32,65	38,60	48,81	320,29
Chacras	1,26			0,82	3,19	2,17	1,12		0,67	3,59	5,14	4,95	6,26	27,92
Olivo	12,09	44,39	35,84	27,37	17,70	11,79	8,48	9,85	14,02	19,22	27,50	33,66	42,55	292,38
Caso 5	1,53	1,23	6,05	5,15	3,92	2,15	1,51							20,00
Coliflor	0,12			0,08	0,32	0,21	0,11							0,73
Acelga	0,16			0,10	0,38									0,48
Zanahoria	1,25	1,23	6,05	4,97	3,21	1,94	1,40							18,79
Caso 6*														
Olivo														
Caso 7*														
Olivo														

Cuadro N° 5.23 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso Proyectado, Situación Actual (miles m³)

Caso/Cultivo	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) - Situación Actual												Total
		ene	feb	mar	abr	May	Jun	Jul	Ago	sep	oct	nov	dic	
Sector 3	107,01	365,38	295,03	226,53	150,39	100,23	71,47	81,12	116,41	163,50	233,94	284,29	359,42	2.447,70
Caso 1	16,93	62,17	50,20	38,34	24,79	16,52	11,88	13,80	19,64	26,92	38,52	47,14	59,60	409,52
Olivo	16,93	62,17	50,20	38,34	24,79	16,52	11,88	13,80	19,64	26,92	38,52	47,14	59,60	409,52
Caso 2	35,78	131,37	106,08	81,02	52,39	34,90	25,11	29,17	41,50	56,90	81,41	99,61	125,94	865,39
Olivo	35,78	131,37	106,08	81,02	52,39	34,90	25,11	29,17	41,50	56,90	81,41	99,61	125,94	865,39
Caso 3	10,16	32,40	26,16	19,98	12,92	8,61	6,19	7,19	10,23	14,03	20,07	24,56	31,06	213,40
Olivo	10,16	32,40	26,16	19,98	12,92	8,61	6,19	7,19	10,23	14,03	20,07	24,56	31,06	213,40
Caso 4	19,53	64,92	52,42	41,24	30,56	20,42	14,05	14,41	21,49	33,37	47,75	56,47	71,39	468,49
Chacras	1,85			1,20	4,67	3,17	1,64		0,98	5,26	7,52	7,24	9,15	40,83
Olivo	17,68	64,92	52,42	40,04	25,89	17,25	12,41	14,41	20,51	28,12	40,23	49,23	62,24	427,66
Caso 5*														
Coliflor														
Acelga														
Zanahoria														
Caso 6	24,60	74,52	60,17	45,96	29,72	19,80	14,24	16,54	23,54	32,27	46,18	56,51	71,44	490,90
Olivo	24,60	74,52	60,17	45,96	29,72	19,80	14,24	16,54	23,54	32,27	46,18	56,51	71,44	490,90
Caso 7*														
Olivo														
Total	479,06	1.603,12	1.314,54	1.020,47	691,11	472,58	346,25	385,36	535,04	738,13	1.037,57	1.253,62	1.574,37	10.972,15

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El Caso 8 no presenta riego por lo que no se considera para el cálculo de las demandas hídricas.

*Caso no se encuentra representado en el sector respectivo.

Cuadro N° 5.24
Resumen de Demanda de Agua de Riego en Situación Actual (miles m³)

Sector	Superficie Proyectada (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual	Distribución Porcentual
Sector 1	331,05	1.099,59	902,89	703,53	479,01	331,66	245,98	273,84	374,71	511,73	713,63	860,56	1.077,43	7.574,57	69,03%
Sector 2	41,00	138,15	116,61	90,41	61,71	40,69	28,80	30,40	43,93	62,89	89,99	108,77	137,52	949,88	8,66%
Sector 3	107,01	365,38	295,03	226,53	150,39	100,23	71,47	81,12	116,41	163,50	233,94	284,29	359,42	2.447,70	22,31%
Total	479,06	1.603,12	1.314,54	1.020,47	691,11	472,58	346,25	385,36	535,04	738,13	1.037,57	1.253,62	1.574,37	10.972,15	100,00%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.25
Demanda Mensual de Agua de Riego en Situación Actual (L/s)

Sector	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Sector 1	424,23	348,34	271,42	184,80	127,95	94,90	105,65	144,56	197,43	275,32	332,00	415,68
Sector 2	53,30	44,99	34,88	23,81	15,70	11,11	11,73	16,95	24,26	34,72	41,96	53,05
Sector 3	140,96	113,82	87,39	58,02	38,67	27,57	31,30	44,91	63,08	90,26	109,68	138,66
Total	618,49	507,15	393,70	266,63	182,32	133,58	148,67	206,42	284,77	400,30	483,65	607,39

Fuente: Elaboración propia.

*Nota: En todos los meses se consideran 30 días y 24 horas para el cálculo del caudal continuo.

Cuadro N° 5.26
Tasas de Riego Ponderadas en Situación Actual

Sector	Unidad	Cond. Riego	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Oct	nov	dic	Total
Sector 1	m ³ /ha		3.375,9	2.772,0	2.125,1	1.446,9	1.002,8	743,8	847,7	1.143,2	1.561,2	2.177,2	2.625,4	3.287,0	23.108,2
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	
		24 días/16 hr	2,4	2,0	1,5	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	
Sector 2	m ³ /ha		3.501,4	2.955,5	2.205,1	1.505,2	996,3	705,0	795,6	1.112,9	1.593,4	2.279,9	2.755,7	3.483,9	23.889,9
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,4	1,1	0,9	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	
		24 días/16 hr	2,5	2,1	1,6	1,1	0,7	0,5	0,6	0,8	1,2	1,6	2,0	2,5	
Sector 3	m ³ /ha		3.474,6	2.805,6	2.116,9	1.405,4	936,7	667,9	771,4	1.087,8	1.527,9	2.186,2	2.656,7	3.358,8	22.995,9
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,3	1,1	0,8	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	
		24 días/16 hr	2,5	2,0	1,5	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	
Total	m ³ /ha		3.408,5	2.794,9	2.130,1	1.442,6	987,5	723,5	826,2	1.128,2	1.556,4	2.187,8	2.643,3	3.319,6	23.148,6
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,3	
		24 días/16 hr	2,5	2,0	1,5	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los rubros productivos los frutales (olivos) son los cultivos que requieren una mayor dotación de agua y son las que afectan los caudales instantáneos de los sectores de riego.

En el Cuadro N° 5.27 se presenta la relación entre la demanda hídrica de olivos y la demanda hídrica total según sector de riego. En todos los sectores, el cultivo de olivos supera el 93% de la demanda hídrica por sector, alcanzando el 97,8% de la demanda hídrica total del área de estudio.

Cuadro N° 5.27
Demanda Hídrica de Olivos por Sector y su Relación con Respecto al Total

Sector	Superficie (ha)	Fracción de la Superficie Total de Riego (%)	Demanda (m ³)	Fracción de la Demanda Hídrica (%)
Sector 1	323,0	97,6%	7.416.950	97,9%
Sector 2	38,2	93,2%	901.961	95,0%
Sector 3	105,2	98,3%	2.406.866	98,3%
Total	466,4	97,4%	10.725.777	97,8%

Fuente: Elaboración propia.

5.4.7 Demandas hídricas brutas, Situación Con Proyecto

En el Cuadro N° 5.28 se presentan las demandas hídricas por Caso, y en los Cuadros N° 5.29, 5.30 y 5.31 según superficie por Caso Proyectoado para los sectores 1, 2 y 3 respectivamente.

El requerimiento hídrico total del proyecto alcanza a los 13,18 millones de m³ por año para una superficie regada de 782,63 ha. El sector 1 es el que presenta la mayor demanda con un total anual de 6,96 millones de m³ lo que significa que este sector demanda el 52,8% del total del área de estudio (Cuadro N° 5.32).

En el Cuadro N° 5.33 se observa la distribución de las demandas hídricas mensuales como caudales continuos.

En el Cuadro N° 5.34 se presentan las tasas de riego ponderadas por sector y total del área de estudio y además expresadas como caudal continuo (24 horas día, 30 días al mes) y por turno de riego (16 horas al día, 24 días al mes). La tasa de riego ponderada para el área de estudio corresponde a 17.236,3 m³/ha/año, mientras que en enero se presenta la máxima demanda con una tasa de 2.503,8 m³/ha lo que significa un caudal continuo de 1,0 L/s/ha y 1,8 L/s/ha en turno de riego.

En lo referente a cultivos, el olivo continúa siendo el de mayor importancia, concentrando sobre el 85% de la superficie total bajo riego y demandando el mismo porcentaje señalado de la demanda hídrica total (Cuadro N° 5.35).

Cuadro N° 5.28
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso (m³), Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (m ³) - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	Sep	oct	nov	dic	
Caso 1														
Brócoli (1)	0,192		411,6	563,8	374,2	235,5								1.585,2
Coliflor (2)	0,192			368,9	374,2	259,8	139,8							1.142,6
Repollo (3)	0,192			447,9	374,2	259,8	176,1							1.258,0
Sandía (3)									270,1	378,8	528,2	461,2	577,4	2.215,6
Zapallo (2)		640,4							304,5	361,1	503,5	610,9	614,9	3.035,3
Melón (1)									270,1	378,8	528,2	461,2	577,4	2.215,6
Olivo mesa	0,576	1.499,8	1.216,2	941,6	624,9	433,9	324,4	374,4	508,5	679,8	948,0	1.150,1	1.440,0	10.141,6
Caso 2														
Lechuga (4)	0,126			259,5	234,2									493,6
Tomate (4)									199,9	271,9	379,2	361,8	452,9	1.665,7
Clavel	0,020	79,6	64,5	17,7	11,8	12,8	9,5	10,2	27,0	36,1	50,3	61,0	76,4	456,9
Ilusiones	0,020	79,6	64,5	17,7	11,8	12,8	9,5	10,2	27,0	36,1	50,3	61,0	76,4	456,9
Olivo mesa	2,252	5.868,7	4.758,8	3.684,6	2.445,1	1.697,7	1.269,5	1.465,2	1.989,9	2.659,9	3.709,3	4.500,4	5.634,6	39.683,8
Caso 3														
Clavel	0,107	422,4	342,5	94,0	62,4	67,7	50,6	54,4	143,2	191,5	267,0	323,9	405,6	2.425,2
Ilusiones	0,107	422,4	342,5	94,0	62,4	67,7	50,6	54,4	143,2	191,5	267,0	323,9	405,6	2.425,2
Higuera	0,357	921,9	747,5	622,0	110,1	76,4	57,1	61,4	250,1	473,5	660,4	801,2	1.003,1	5.784,6
Olivo aceite	3,804	9.442,9	7.657,0	5.928,6	3.934,3	2.731,6	2.042,7	2.357,5	3.201,8	4.279,8	5.968,4	7.241,3	9.066,3	63.852,3
Olivo cocktail	0,346	858,4	696,1	539,0	357,7	248,3	185,7	214,3	291,1	389,1	542,6	658,3	824,2	5.804,8
Olivo mesa	2,196	5.451,6	4.420,5	3.422,7	2.271,3	1.577,0	1.179,3	1.361,0	1.848,4	2.470,8	3.445,7	4.180,6	5.234,1	36.863,2
Caso 4														
Higuera	0,336	868,1	703,9	585,7	103,6	72,0	53,8	57,8	235,5	445,9	621,9	754,5	944,6	5.447,3
Membrillero	0,336	936,8	759,6	632,1	111,9	77,7	58,1	62,4	254,1	339,7	750,0	910,0	1.139,3	6.031,5
Olivo aceite	2,985	7.410,3	6.008,7	4.652,4	3.087,4	2.143,6	1.603,0	1.850,0	2.512,6	3.358,6	4.683,7	5.682,6	7.114,7	50.107,6
Olivo cocktail	0,271	673,7	546,2	422,9	280,7	194,9	145,7	168,2	228,4	305,3	425,8	516,6	646,8	4.555,2
Olivo mesa	1,500	3.722,5	3.018,5	2.337,1	1.550,9	1.076,8	805,2	929,3	1.262,2	1.687,2	2.352,8	2.854,6	3.574,0	25.171,2

Cuadro N° 5.28 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego por Caso (m³), Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (m3) - Situación Con Proyecto												Total	
		ene	feb	mar	abr	may	jun	Jul	ago	sep	Oct	nov	dic		
Caso 5															
Brócoli (5)	2,006		4.305,2	5.896,8	3.913,2	2.463,1									16.578,2
Pepino ensalada (5)								2.345,1	2.686,5	3.591,0	5.007,9	4.823,1			18.453,7
Ají (6)							2.183,6	2.080,0	2.825,0	2.850,6	3.975,3				13.914,6
Cebolla (7)	2,006		4.305,2	5.896,8	3.913,2	2.146,4									16.261,5
Pimiento (7)							2.183,6	2.080,0	2.825,0	2.850,6	3.975,3				13.914,6
Espárrago	2,006	7.923,2	6.424,7	1.763,5	1.170,3	1.269,6	949,4	1.019,6	2.686,5	3.591,0	5.007,9	6.075,9	7.607,1	45.488,7	
Tomate (8)									3.185,0	4.331,5	6.040,4	5.762,7	7.215,0	26.534,6	
Lechuga (8)	2,006			4.133,3	3.730,3									7.863,6	
Zanahoria (6)	2,006	5.922,0	7.087,0	5.896,8	3.913,2	2.146,4								24.965,3	
Caso 6															
Inv. Pepino dulce	0,240	554,9	452,8	507,2	336,6	233,7	174,8	187,7	218,5	292,0				2.958,2	
Inv. Tomate	0,240			374,4	250,0	233,7	174,8	187,7	254,9	340,7	407,3	494,1		2.717,6	
Damasco	2,398	5.235,9	4.245,6	3.532,6	721,3	500,8	374,5	402,2	546,2	2.008,0	4.582,2	5.559,4	6.960,5	34.669,3	
Membrillero	1,319	3.577,5	2.900,9	2.413,7	427,1	296,6	221,8	238,2	970,4	1.297,1	2.864,1	3.475,0	4.350,7	23.033,1	
Olivo aceite	11,463	27.722,9	22.479,6	17.405,4	11.550,4	8.019,6	5.997,0	6.921,2	9.399,8	12.564,9	17.522,2	21.259,3	26.617,0	187.459,4	
Olivo cocktail	1,151	2.783,9	2.257,4	1.747,8	1.159,9	805,3	602,2	695,0	943,9	1.261,7	1.759,6	2.134,8	2.672,8	18.824,4	
Olivo mesa	6,691	16.181,3	13.120,9	10.159,2	6.741,8	4.680,9	3.500,3	4.039,8	5.486,5	7.333,9	10.227,4	12.408,7	15.535,9	109.416,7	
Caso 7															
Damasco	3,194	6.973,2	5.654,3	4.704,7	960,6	667,0	498,8	535,7	727,5	2.674,2	6.102,6	7.404,1	9.270,0	46.172,8	
Olivo aceite	43,036	104.082,9	84.397,4	65.347,1	43.364,9	30.109,0	22.515,1	25.984,9	35.290,8	47.173,8	65.785,6	79.816,0	99.931,1	703.798,6	
Olivo cocktail	3,912	9.462,1	7.672,5	5.940,6	3.942,3	2.737,2	2.046,8	2.362,3	3.208,3	4.288,5	5.980,5	7.256,0	9.084,6	63.981,7	
Olivo mesa	28,105	67.972,5	55.116,7	42.675,7	28.319,9	19.663,0	14.703,7	16.969,8	23.047,1	30.807,4	42.962,0	52.124,7	65.261,1	459.623,6	
Caso 8															
Inv. Pepino dulce	0,290	670,6	547,3	613,0	406,8	282,4	211,2	226,8	264,0	353,0				3.575,1	
Inv. Tomate	0,290			452,4	302,2	282,4	211,2	226,8	308,1	411,8	492,2	597,2		3.284,3	
Damasco	1,739	3.796,7	3.078,6	2.561,6	523,0	363,2	271,6	291,7	396,1	1.456,0	3.322,6	4.031,3	5.047,2	25.139,6	
Olivo aceite	15,302	37.008,8	30.009,2	23.235,5	15.419,3	10.705,9	8.005,7	9.239,5	12.548,4	16.773,6	23.391,4	28.380,2	35.532,5	250.250,1	
Olivo cocktail	1,391	3.364,4	2.728,1	2.112,3	1.401,8	973,3	727,8	840,0	1.140,8	1.524,9	2.126,5	2.580,0	3.230,2	22.750,0	
Olivo mesa	9,390	22.710,0	18.414,7	14.258,2	9.461,8	6.569,5	4.912,6	5.669,7	7.700,1	10.292,9	14.353,8	17.415,1	21.804,1	153.562,5	

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Números iguales indican cultivos en rotación ocupando la misma superficie que el antecesor.

Cuadro N° 5.29
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Proyectado Sector 1, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m3) Caso Proyectado - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 1	36,68	68,21	51,88	74,01	55,69	37,89	20,41	11,93	43,13	57,31	79,93	85,52	102,29	688,20
Brócoli (1)	6,11		13,12	17,97	11,92	7,51								50,52
Coliflor (2)	6,11			11,76	11,92	8,28	4,46							36,41
Repollo (3)	6,11			14,27	11,92	8,28	5,61							40,09
Sandía (3)									8,61	12,07	16,83	14,70	18,40	70,61
Zapallo (2)		20,41							9,71	11,51	16,05	19,47	19,60	96,74
Melón (1)									8,61	12,07	16,83	14,70	18,40	70,61
Olivo mesa	18,34	47,80	38,76	30,01	19,91	13,83	10,34	11,93	16,21	21,66	30,21	36,65	45,89	323,21
Caso 2	81,12	202,20	163,96	133,49	90,67	57,80	43,23	49,84	75,27	100,77	140,52	167,20	209,33	1.434,27
Lechuga (4)	4,22			8,70	7,86									16,56
Tomate (4)									6,71	9,12	12,72	12,14	15,19	55,88
Clavel	0,68	2,67	2,16	0,59	0,39	0,43	0,32	0,34	0,91	1,21	1,69	2,05	2,56	15,33
Ilusiones	0,68	2,67	2,16	0,59	0,39	0,43	0,32	0,34	0,91	1,21	1,69	2,05	2,56	15,33
Olivo mesa	75,54	196,86	159,63	123,60	82,02	56,95	42,59	49,15	66,75	89,23	124,43	150,97	189,01	1.331,18
Caso 3	51,38	130,13	105,52	79,48	50,49	35,42	26,49	30,47	43,66	59,39	82,82	100,49	125,81	870,17
Clavel	0,79	3,14	2,54	0,70	0,46	0,50	0,38	0,40	1,06	1,42	1,98	2,41	3,01	18,01
Ilusiones	0,79	3,14	2,54	0,70	0,46	0,50	0,38	0,40	1,06	1,42	1,98	2,41	3,01	18,01
Higuera	2,65	6,85	5,55	4,62	0,82	0,57	0,42	0,46	1,86	3,52	4,90	5,95	7,45	42,97
Olivo aceite	28,26	70,14	56,87	44,03	29,22	20,29	15,17	17,51	23,78	31,79	44,33	53,78	67,34	474,26
Olivo cocktail	2,57	6,38	5,17	4,00	2,66	1,84	1,38	1,59	2,16	2,89	4,03	4,89	6,12	43,11
Olivo mesa	16,31	40,49	32,83	25,42	16,87	11,71	8,76	10,11	13,73	18,35	25,59	31,05	38,88	273,80
Caso 4	51,38	128,83	104,46	81,68	48,60	33,74	25,23	29,04	42,52	58,08	83,61	101,45	127,01	864,27
Higuera	3,18	8,22	6,66	5,54	0,98	0,68	0,51	0,55	2,23	4,22	5,89	7,14	8,94	51,56
Membrillero	3,18	8,87	7,19	5,98	1,06	0,74	0,55	0,59	2,41	3,21	7,10	8,61	10,78	57,09
Olivo aceite	28,26	70,14	56,87	44,03	29,22	20,29	15,17	17,51	23,78	31,79	44,33	53,78	67,34	474,26
Olivo cocktail	2,57	6,38	5,17	4,00	2,66	1,84	1,38	1,59	2,16	2,89	4,03	4,89	6,12	43,11
Olivo mesa	14,19	35,23	28,57	22,12	14,68	10,19	7,62	8,80	11,95	15,97	22,27	27,02	33,83	238,24

Cuadro N° 5.29 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Proyectado Sector 1, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m3) Caso Proyectado - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	Jun	Jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 5	13,39	18,49	29,54	31,49	22,22	10,72	7,10	10,05	18,97	22,99	32,05	22,25	19,79	245,65
Brócoli	2,68		5,75	7,87	5,22	3,29								22,14
Pepino ensalada								3,13	3,59	4,79	6,69	6,44		24,64
Ají (6)							2,92	2,78	3,77	3,81	5,31			18,58
Cebolla (7)	2,68		5,75	7,87	5,22	2,87								21,71
Pimiento (7)							2,92	2,78	3,77	3,81	5,31			18,58
Espárrago	2,68	10,58	8,58	2,35	1,56	1,70	1,27	1,36	3,59	4,79	6,69	8,11	10,16	60,74
Tomate (8)									4,25	5,78	8,07	7,69	9,63	35,43
Lechuga (8)	2,68			5,52	4,98									10,50
Zanahoria (6)	2,68	7,91	9,46	7,87	5,22	2,87								33,33
Caso 6	54,64	130,32	105,68	84,02	49,25	34,34	25,68	29,46	41,43	58,35	86,86	105,38	130,50	881,27
Inv. Pepino dulce	0,56	1,29	1,05	1,18	0,78	0,54	0,41	0,44	0,51	0,68				6,88
Inv. Tomate	0,56			0,87	0,58	0,54	0,41	0,44	0,59	0,79	0,95	1,15		6,32
Damasco	5,58	12,17	9,87	8,21	1,68	1,16	0,87	0,94	1,27	4,67	10,65	12,92	16,18	80,60
Membrillero	3,07	8,32	6,74	5,61	0,99	0,69	0,52	0,55	2,26	3,02	6,66	8,08	10,11	53,55
Olivo aceite	26,65	64,45	52,26	40,46	26,85	18,64	13,94	16,09	21,85	29,21	40,73	49,42	61,88	435,80
Olivo cocktail	2,68	6,47	5,25	4,06	2,70	1,87	1,40	1,62	2,19	2,93	4,09	4,96	6,21	43,76
Olivo mesa	15,55	37,62	30,50	23,62	15,67	10,88	8,14	9,39	12,75	17,05	23,78	28,85	36,12	254,37
Caso 7	121,78	293,37	237,88	184,69	119,20	82,76	61,89	71,36	96,92	132,21	188,06	228,17	285,67	1.982,18
Damasco	4,97	10,85	8,80	7,32	1,50	1,04	0,78	0,83	1,13	4,16	9,50	11,52	14,43	71,86
Olivo aceite	66,98	161,99	131,36	101,71	67,49	46,86	35,04	40,44	54,93	73,42	102,39	124,22	155,53	1.095,39
Olivo cocktail	6,09	14,73	11,94	9,25	6,14	4,26	3,19	3,68	4,99	6,67	9,31	11,29	14,14	99,58
Olivo mesa	43,74	105,79	85,78	66,42	44,08	30,60	22,88	26,41	35,87	47,95	66,87	81,13	101,57	715,35
Total Sector 1	410,37	971,54	798,91	668,87	436,12	292,68	210,02	232,15	361,90	489,09	693,86	810,45	1.000,42	6.966,00

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Números iguales indican cultivos en rotación ocupando la misma superficie que el antecesor.

Cuadro N° 5.30
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Projectado Sector 2, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m3) Caso Projectado - Situación Con Proyecto												Total
		Ene	feb	mar	abr	May	Jun	Jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 1	8,59	15,98	12,15	17,34	13,04	8,88	4,78	2,80	10,10	13,43	18,72	20,03	23,96	161,21
Brócoli (1)	1,43		3,1	4,2	2,8	1,8								11,8
Coliflor (2)	1,43			2,8	2,8	1,9	1,0							8,5
Repollo (3)	1,43			3,3	2,8	1,9	1,3							9,4
Sandía (3)									2,0	2,8	3,9	3,4	4,3	16,5
Zapallo (2)		4,8							2,3	2,7	3,8	4,6	4,6	22,7
Melón (1)									2,0	2,8	3,9	3,4	4,3	16,5
Olivo mesa	4,30	11,2	9,1	7,0	4,7	3,2	2,4	2,8	3,8	5,1	7,1	8,6	10,8	75,7
Caso 2	12,27	30,58	24,80	20,19	13,71	8,74	6,54	7,54	11,38	15,24	21,25	25,29	31,66	216,94
Lechuga (4)	0,64			1,3	1,2									2,5
Tomate (4)									1,0	1,4	1,9	1,8	2,3	8,5
Clavel	0,10	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	2,3
Ilusiones	0,10	0,4	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	2,3
Olivo mesa	11,43	29,8	24,1	18,7	12,4	8,6	6,4	7,4	10,1	13,5	18,8	22,8	28,6	201,3
Caso 3	13,73	34,77	28,19	21,24	13,49	9,46	7,08	8,14	11,67	15,87	22,13	26,85	33,62	232,51
Clavel	0,21	0,8	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	4,8
Ilusiones	0,21	0,8	0,7	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	4,8
Higuera	0,71	1,8	1,5	1,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,5	0,9	1,3	1,6	2,0	11,5
Olivo aceite	7,55	18,7	15,2	11,8	7,8	5,4	4,1	4,7	6,4	8,5	11,8	14,4	18,0	126,7
Olivo cocktail	0,69	1,7	1,4	1,1	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	11,5
Olivo mesa	4,36	10,8	8,8	6,8	4,5	3,1	2,3	2,7	3,7	4,9	6,8	8,3	10,4	73,2
Caso 4	13,73	34,42	27,91	21,83	12,99	9,02	6,74	7,76	11,36	15,52	22,34	27,11	33,94	230,94
Higuera	0,85	2,2	1,8	1,5	0,3	0,2	0,1	0,1	0,6	1,1	1,6	1,9	2,4	13,8
Membrillero	0,85	2,4	1,9	1,6	0,3	0,2	0,1	0,2	0,6	0,9	1,9	2,3	2,9	15,3
Olivo aceite	7,55	18,7	15,2	11,8	7,8	5,4	4,1	4,7	6,4	8,5	11,8	14,4	18,0	126,7
Olivo cocktail	0,69	1,7	1,4	1,1	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	11,5
Olivo mesa	3,79	9,4	7,6	5,9	3,9	2,7	2,0	2,4	3,2	4,3	6,0	7,2	9,0	63,7

Cuadro N° 5.30 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Proyectado Sector 2, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) Caso Proyectado - Situación Con Proyecto												Total
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 5	6,26	8,64	13,81	14,73	10,39	5,01	3,32	4,70	8,87	10,75	14,99	10,40	9,25	114,87
Brócoli (5)	1,25		2,7	3,7	2,4	1,5								10,4
Pepino ensalada (5)								1,5	1,7	2,2	3,1	3,0		11,5
Ají (6)							1,4	1,3	1,8	1,8	2,5			8,7
Cebolla (7)	1,25		2,7	3,7	2,4	1,3								10,2
Pimiento (7)							1,4	1,3	1,8	1,8	2,5			8,7
Espárrago	1,25	4,9	4,0	1,1	0,7	0,8	0,6	0,6	1,7	2,2	3,1	3,8	4,7	28,4
Tomate (8)									2,0	2,7	3,8	3,6	4,5	16,6
Lechuga (8)	1,25			2,6	2,3									4,9
Zanahoria (6)	1,25	3,7	4,4	3,7	2,4	1,3								15,6
Caso 8	112,99	268,72	217,91	171,98	109,46	76,29	57,05	65,62	88,94	122,57	173,79	210,85	261,02	1.824,20
Inv. Pepino dulce	1,15	2,7	2,2	2,4	1,6	1,1	0,8	0,9	1,1	1,4				14,2
Inv. Tomate	1,15			1,8	1,2	1,1	0,8	0,9	1,2	1,6	2,0	2,4		13,1
Damasco	6,92	15,1	12,2	10,2	2,1	1,4	1,1	1,2	1,6	5,8	13,2	16,0	20,1	100,0
Olivo aceite	60,87	147,2	119,4	92,4	61,3	42,6	31,8	36,8	49,9	66,7	93,1	112,9	141,4	995,5
Olivo cocktail	5,53	13,4	10,9	8,4	5,6	3,9	2,9	3,3	4,5	6,1	8,5	10,3	12,9	90,5
Olivo mesa	37,35	90,3	73,3	56,7	37,6	26,1	19,5	22,6	30,6	40,9	57,1	69,3	86,7	610,9
Total Sector 2	167,57	393,12	324,78	267,30	173,08	117,40	85,50	96,55	142,33	193,38	273,23	320,54	393,45	2.780,66

Fuente. Elaboración propia.

Nota: Números iguales indican cultivos en rotación ocupando la misma superficie que el antecesor.

Cuadro N° 5.31
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Projectado Sector 3, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m3) Caso Projectado - Situación Con Proyecto												Total
		Ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 1	16,31	30,32	23,06	32,90	24,75	16,84	9,07	5,30	19,17	25,48	35,53	38,01	45,47	305,92
Brócoli (1)	2,72		5,8	8,0	5,3	3,3								22,5
Coliflor (2)	2,72			5,2	5,3	3,7	2,0							16,2
Repollo (3)	2,72			6,3	5,3	3,7	2,5							17,8
Sandía (3)									3,8	5,4	7,5	6,5	8,2	31,4
Zapallo (2)		9,1							4,3	5,1	7,1	8,7	8,7	43,0
Melón (1)									3,8	5,4	7,5	6,5	8,2	31,4
Olivo mesa	8,15	21,2	17,2	13,3	8,9	6,1	4,6	5,3	7,2	9,6	13,4	16,3	20,4	143,7
Caso 2	42,84	106,77	86,58	70,49	47,88	30,52	22,83	26,32	39,75	53,21	74,20	88,29	110,54	757,37
Lechuga (4)	2,23			4,6	4,1									8,7
Tomate (4)									3,5	4,8	6,7	6,4	8,0	29,5
Clavel	0,36	1,4	1,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,9	1,1	1,4	8,1
Ilusiones	0,36	1,4	1,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,6	0,9	1,1	1,4	8,1
Olivo mesa	39,89	104,0	84,3	65,3	43,3	30,1	22,5	26,0	35,2	47,1	65,7	79,7	99,8	702,9
Caso 3	20,08	50,86	41,24	31,06	19,73	13,84	10,35	11,91	17,06	23,21	32,37	39,27	49,17	340,09
Clavel	0,31	1,2	1,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,2	7,0
Ilusiones	0,31	1,2	1,0	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,9	1,2	7,0
Higuera	1,04	2,7	2,2	1,8	0,3	0,2	0,2	0,2	0,7	1,4	1,9	2,3	2,9	16,8
Olivo aceite	11,04	27,4	22,2	17,2	11,4	7,9	5,9	6,8	9,3	12,4	17,3	21,0	26,3	185,4
Olivo cocktail	1,00	2,5	2,0	1,6	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	16,9
Olivo mesa	6,38	15,8	12,8	9,9	6,6	4,6	3,4	4,0	5,4	7,2	10,0	12,1	15,2	107,0
Caso 4	20,08	50,35	40,83	31,93	18,99	13,19	9,86	11,35	16,62	22,70	32,68	39,65	49,64	337,79
Higuera	1,24	3,2	2,6	2,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,9	1,6	2,3	2,8	3,5	20,2
Membrillero	1,24	3,5	2,8	2,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,9	1,3	2,8	3,4	4,2	22,3
Olivo aceite	11,04	27,4	22,2	17,2	11,4	7,9	5,9	6,8	9,3	12,4	17,3	21,0	26,3	185,4
Olivo cocktail	1,00	2,5	2,0	1,6	1,0	0,7	0,5	0,6	0,8	1,1	1,6	1,9	2,4	16,9
Olivo mesa	5,55	13,8	11,2	8,6	5,7	4,0	3,0	3,4	4,7	6,2	8,7	10,6	13,2	93,1

Cuadro N° 5.31 (Continuación)
Demanda Bruta de Agua de Riego (miles m³) Caso Proyectado Sector 3, Situación Con Proyecto

Cultivo/Caso	Sup. (ha)	Demanda Hídrica Bruta (miles m ³) Caso Proyectado - Situación Con Proyecto												Total
		Ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
Caso 6	37,53	89,53	72,60	57,72	33,84	23,59	17,64	20,24	28,46	40,09	59,67	72,40	89,66	605,44
Inv. Pepino dulce	0,38	0,9	0,7	0,8	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5				4,7
Inv. Tomate	0,38			0,6	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8		4,3
Damasco	3,83	8,4	6,8	5,6	1,2	0,8	0,6	0,6	0,9	3,2	7,3	8,9	11,1	55,4
Membrillero	2,11	5,7	4,6	3,9	0,7	0,5	0,4	0,4	1,5	2,1	4,6	5,6	6,9	36,8
Olivo aceite	18,31	44,3	35,9	27,8	18,4	12,8	9,6	11,1	15,0	20,1	28,0	34,0	42,5	299,4
Olivo cocktail	1,84	4,4	3,6	2,8	1,9	1,3	1,0	1,1	1,5	2,0	2,8	3,4	4,3	30,1
Olivo mesa	10,69	25,8	21,0	16,2	10,8	7,5	5,6	6,5	8,8	11,7	16,3	19,8	24,8	174,8
Caso 7	67,85	161,38	130,86	103,28	65,73	45,81	34,26	39,41	53,41	73,61	104,37	126,63	156,75	1.095,50
Inv. Pepino dulce	0,69	1,6	1,3	1,5	1,0	0,7	0,5	0,5	0,6	0,8				8,5
Inv. Tomate	0,69			1,1	0,7	0,7	0,5	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4		7,8
Damasco	4,15	9,1	7,4	6,1	1,2	0,9	0,6	0,7	0,9	3,5	7,9	9,6	12,1	60,1
Olivo aceite	36,56	88,4	71,7	55,5	36,8	25,6	19,1	22,1	30,0	40,1	55,9	67,8	84,9	597,8
Olivo cocktail	3,32	8,0	6,5	5,0	3,3	2,3	1,7	2,0	2,7	3,6	5,1	6,2	7,7	54,3
Olivo mesa	22,43	54,3	44,0	34,1	22,6	15,7	11,7	13,5	18,4	24,6	34,3	41,6	52,1	366,9
Total Sector 3	204,69	489,21	395,17	327,38	210,93	143,80	104,01	114,52	174,47	238,30	338,82	404,25	501,23	3.442,11

Fuente. Elaboración propia.

Nota: Números iguales indican cultivos en rotación ocupando la misma superficie que el antecesor.

Cuadro N° 5.32
Demanda de Agua de Riego en Situación Con Proyecto Superficies Proyectadas (m³)

Sector	Sup. Proy. (ha)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual	Distribución Porcentual
1	410,37	971.540,6	798.913,1	668.868,3	436.118,4	292.675,2	210.017,6	232.149,6	361.898,0	489.093,9	693.859,8	810.449,2	1.000.416,2	6.965.999,9	52,8%
2	167,57	393.123,3	324.783,4	267.302,4	173.082,0	117.396,9	85.503,6	96.549,0	142.326,2	193.378,4	273.228,0	320.536,7	393.453,5	2.780.663,6	21,1%
3	204,69	489.213,1	395.174,3	327.381,9	210.930,9	143.802,4	104.009,9	114.522,8	174.473,1	238.296,4	338.822,8	404.253,1	501.233,3	3.442.113,8	26,1%
Total	782,63	1.853.877,0	1.518.870,9	1.263.552,6	820.131,3	553.874,5	399.531,1	443.221,4	678.697,2	920.768,7	1.305.910,6	1.535.239,1	1.895.102,9	13.188.777,3	100,0%

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.33
Demanda Mensual de Agua de Riego en Situación Con Proyecto por Sector (L/s)

Sector	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Sector 1	374,82	308,22	258,05	168,26	112,91	81,03	89,56	139,62	188,69	267,69	312,67	385,96
Sector 2	151,67	125,30	103,13	66,78	45,29	32,99	37,25	54,91	74,61	105,41	123,66	151,80
Sector 3	188,74	152,46	126,30	81,38	55,48	40,13	44,18	67,31	91,94	130,72	155,96	193,38
Total	715,23	585,98	487,48	316,41	213,69	154,14	171,00	261,84	355,23	503,82	592,30	731,14

Fuente: Elaboración propia.

*Nota: En todos los meses se consideran 30 días y 24 horas para el cálculo del caudal continuo.

Cuadro N° 5.34
Tasas de Riego Ponderada en Situación Con Proyecto

Sector	Unidad	Cond. Riego	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Sector 1	m ³ /ha		2.521,4	2.044,9	1.629,9	1.062,7	725,4	532,1	602,8	881,9	1.191,8	1.693,1	2.003,8	2.493,4	17.383,4
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	1,0	
		24 días/16 hr	1,8	1,5	1,2	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,8	
Sector 2	m ³ /ha		2.470,1	2.009,0	1.595,2	1.032,9	708,6	524,6	598,3	855,8	1.162,7	1.654,3	1.970,6	2.455,2	17.037,2
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	0,9	
		24 días/16 hr	1,8	1,5	1,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,8	
Sector 3	m ³ /ha		2.496,7	2.016,7	1.599,4	1.030,5	710,3	520,7	589,4	852,4	1.164,2	1.664,0	1.985,4	2.474,8	17.104,4
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	
		24 días/16 hr	1,8	1,5	1,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,6	0,8	1,2	1,4	1,8	
Total	m ³ /ha		2.503,8	2.029,8	1.614,5	1.047,9	717,8	527,5	598,3	868,6	1.178,4	1.677,3	1.991,9	2.480,5	17.236,3
	L/s/ha	30 días/24 hr	1,0	0,8	0,6	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,6	0,8	1,0	
		24 días/16 hr	1,8	1,5	1,2	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6	0,9	1,2	1,4	1,8	

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.35
Superficies y Demanda Hídrica de Olivos
en la Situación Con Proyecto según Sector

Sector	Superficies de Olivos (ha)	Superficie Total (ha)	Fracción de la Superficie	Demanda Hídrica (m3/ año)	Fracción de la Demanda Hídrica
Sector 1	347,7	410,4	84,7%	5.845.440,6	52,2%
Sector 2	144,1	167,6	86,0%	2.387.276,5	21,3%
Sector 3	177,2	204,7	86,6%	2.974.429,8	26,5%
Total	669,1	782,6	85,5%	11.207.146,9	85,0%

Fuente: Elaboración propia.

5.4.8 Balance Disponibilidad Hídrica / Demandas de Riego

La disponibilidad de agua para el área de estudio, se basa en el análisis estadístico de caudales en la estación Río Huasco en Puente Atacama desarrollado por CONIC-BF⁴ considerando los caudales mensuales para un 85% de probabilidad de excedencia, valor ampliamente utilizado en proyectos de riego de la D.O.H y C.N.R.

Los canales presentes en el área de estudio, poseen el 89,02% del total de las acciones de riego presentes aguas abajo del Puente Atacama, por lo que la disponibilidad hídrica para el área de estudio corresponde al caudal 85% presente en río Huasco en Puente Atacama multiplicado por el porcentaje de acciones de riego anteriormente señalado.

La oferta hídrica, demandas de riego mensuales y balance oferta / demanda para las dos situaciones de riego evaluadas, se presentan en los Cuadros N° 5.36 y 5.37 para la Situación Actual y Con Proyecto, respectivamente.

⁴ CONIC-BF, 1994. Análisis de la Oferta y Demanda de Recursos Hídricos en Cuencas Críticas Huasco y Elqui. Cuenca del Río Huasco, Informe Final.

Cuadro N° 5.36
Balance de Oferta de Agua (85% P exc) / Demandas de Riego en Situación Actual

Mes	Caudal 85% (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)	
	Pte. Atacama	Área Estudio	30 días/24 hr	Oferta-Dda.	24 días/16 hr	Oferta-Dda.
Abr	3,642	3,242	0,267	2,975	0,500	2,742
May	2,992	2,663	0,182	2,481	0,342	2,321
Jun	4,045	3,601	0,134	3,467	0,250	3,350
Jul	3,199	2,848	0,149	2,699	0,279	2,569
Ago	3,614	3,217	0,206	3,011	0,387	2,830
Sep	3,571	3,179	0,285	2,894	0,534	2,645
Oct	3,433	3,056	0,400	2,656	0,751	2,305
Nov	2,583	2,299	0,484	1,816	0,907	1,392
Dic	1,834	1,633	0,607	1,025	1,139	0,494
Ene	1,823	1,623	0,618	1,004	1,160	0,463
Feb	1,980	1,763	0,507	1,255	0,951	0,812
Mar	2,128	1,894	0,394	1,501	0,738	1,156
Prom.	2,904	2,585	0,353	-	0,661	-

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de CONIC-BF (1994).

Cuadro N° 5.37
Balance de Oferta de Agua (85% P exc) / Demandas de Riego en Situación Con Proyecto

Mes	Caudal 85% (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)		Demanda (m ³ /s)	
	Pte. Atacama	Área Estudio	30 días/24 hr	Oferta-Dda.	24 días/16 hr	Oferta-Dda.
Abr	3,642	3,242	0,316	2,926	0,593	2,649
May	2,992	2,663	0,214	2,450	0,401	2,263
Jun	4,045	3,601	0,154	3,447	0,289	3,312
Jul	3,199	2,848	0,171	2,677	0,321	2,527
Ago	3,614	3,217	0,262	2,955	0,491	2,726
Sep	3,571	3,179	0,355	2,824	0,666	2,513
Oct	3,433	3,056	0,504	2,552	0,945	2,111
Nov	2,583	2,299	0,592	1,707	1,111	1,189
Dic	1,834	1,633	0,731	0,901	1,371	0,262
Ene	1,823	1,623	0,715	0,908	1,341	0,282
Feb	1,980	1,763	0,586	1,177	1,099	0,664
Mar	2,128	1,894	0,487	1,407	0,914	0,980
Prom.	2,904	2,585	0,424	-	0,795	-

Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes de CONIC-BF (1994).

Las demandas de riego en Situación Actual y Con Proyecto son cubiertas por los recursos hídricos del río Huasco generándose excedentes en ambas situaciones y en las dos condiciones de riego evaluadas.

Cabe señalar que de acuerdo a CONIC-BF⁵ la operación del embalse Santa Juana permitiría en la cuarta sección del río Huasco, aumentar la dotación de agua en aproximadamente un 25% respecto a la situación sin embalse. De esta forma, es posible que el aumento de la superficie de demanda hídrica para la Situación Con Proyecto presente una seguridad de riego tal, que en el 85% de los años se satisfaga plenamente dicho requerimiento.

5.5 Fichas Técnicas

Las Fichas Técnicas de los diferentes rubros analizados en la Situación Actual y Con Proyecto fueron elaboradas en base a información de terreno y bibliografía consultada principalmente en Fundación Chile, FIA, Universidad de Chile y Católica. Las Fichas Técnicas para las situaciones de análisis, se presentan en el Anexo 5.3, donde además existe un cuadro resumen con los rendimientos, flujos de inversiones, costos, ingresos y márgenes, a precios privados y sociales.

Cada Ficha corresponde a una situación promedio en que se agruparon los Casos de acuerdo al tamaño predial, quedando una ficha para los Casos 1 y 2, Casos 3, 4 y 5 y Casos 6, 7 y 8 como una forma de agrupar agricultores con similar manejo tecnológico. Por otra parte, es necesario señalar que los pesticidas, fertilizantes y maquinaria utilizada en cada Ficha, constituyen sólo una referencia y no una recomendación de manejo particular.

En cada Ficha Técnica se estableció el costo de inversión y manejo por unidad de superficie (ha), valoradas a precios privados y sociales a diciembre del 2001. Para cada rubro se entregan las Fichas Técnicas de Inversión y costos operacionales por año para especies de producción anual y para todo el ciclo productivo en el caso de especies que presenten más de un año como ciclo productivo (frutales y algunas hortalizas).

5.6 Capacitación, Transferencia y Asesoría Tecnológica Permanente

A partir de los antecedentes obtenidos en la encuesta simple, se puede caracterizar el grado de conocimiento técnico y nivel de asesoramiento que reciben los agricultores, para posteriormente evaluar el costo que significaría asesorar el cambio de estructura productiva, e identificar, en líneas gruesas, las técnicas más adecuadas para su implementación.

5.6.1 Etapa de Transferencia Tecnológica

Estimando que es posible, mediante un programa de capacitación integral, lograr un incremento sustantivo en los índices de integración y adopción de tecnología, se espera que la mayor parte de los agricultores serán capaces de desarrollar el programa agropecuario propuesto, en un período que no excederá de 18 años de realizada la plena habilitación de los suelos para la Situación Con Proyecto, de acuerdo a los tiempos de integración que a continuación se indican.

⁵ CONIC-BF, 1997. Manejo Integral del Recurso Hídrico a Nivel de Cuencas, Cuenca del Río Huasco III Región.

Situación de Análisis	Caso		
	1 - 2	3 - 4 - 5	6 - 7 - 8
Con Proyecto	18 años	15 años	12 años

El programa de transferencia tecnológica y asistencia técnica se desarrollará en la superficie arable productiva total del universo predial correspondiente a 804,8 ha para la Situación Con Proyecto, de las cuales quedan 584,7 ha, en función al porcentaje de agricultores, a nivel de estrato, que informaron interés respecto al desarrollo del proyecto.

Para desarrollar el programa propuesto, se deberá contar con equipos de ingenieros agrónomos y técnicos agrícolas que visiten periódicamente a los agricultores, dependiendo del rubro que desarrollen.

En forma paralela al programa de transferencia tecnológica, el equipo propuesto promoverá, especialmente a nivel de pequeños y medianos agricultores, la formación de asociaciones.

5.6.2 Etapa de Asistencia Técnica Continua

La asistencia técnica para la Situación Con Proyecto será posterior a la etapa de integración, comenzando paulatinamente para algunos predios algunos años antes de llegar al año de estabilización, determinado para el año 18 para los predios más pequeños.

La etapa de asesoría regular deberá sostenerse en el apoyo técnico y crediticio permanente del sistema, como así en una participación activa en la búsqueda de nuevas alternativas de producción, mercados, manejo y control de la infraestructura.

En detalle, la incorporación a la etapa de asistencia técnica de cada predio será al año 13 para los predios del estrato 4 (predios 6, 7 y 8); al año 16 para los predios del estratos 3 (predios 3, 4 y 5); y al año 19 para los predio de los estratos 1 y 2 (predios 1 y 2 respectivamente), todos posterior al año de estabilización.

El desarrollo del programa de asesoría técnica permanente se presenta en el Cuadro N° 5.38.

Cuadro N° 5.38
Capacitación y Transferencia en Situación Con Proyecto

	Item	Caso								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Años 1 al 3	Charlas	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	160.000
	Día de Campo	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	320.000
	Asesoría Directa	105.817	370.505	1.065.095	835.826	1.544.695	2.822.038	9.396.005	3.410.546	19.550.526
	Cuadernillos	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	80.000
	Folletos	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	36.000	288.000
	Total Caso	211.817	476.505	1.171.095	941.826	1.650.695	2.928.038	9.502.005	3.516.546	20.398.526
Años 4 al 6	Charlas	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	80.000
	Día de Campo	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	160.000
	Asesoría Directa	105.817	370.505	1.065.095	835.826	1.544.695	2.822.038	9.396.005	3.410.546	19.550.526
	Cuadernillos	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	40.000
	Folletos	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	18.000	144.000
	Total Caso	158.817	423.505	1.118.095	888.826	1.597.695	2.875.038	9.449.005	3.463.546	19.974.526
Años 7 al 8	Charlas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Día de Campo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Asesoría Directa	111.235	389.477	1.119.633	878.624	1.623.789	0	0	0	4.122.757
	Cuadernillos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Folletos	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000	0	0	0	60.000
	Total Caso	123.235	401.477	1.131.633	890.624	1.635.789	0	0	0	4.182.757
Años 9 al 10	Charlas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Día de Campo	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Asesoría Directa	125.627	439.870	0	0	0	0	0	0	565.497
	Cuadernillos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Folletos	9.000	9.000	0	0	0	0	0	0	18.000
	Total Caso	134.627	448.870	0	0	0	0	0	0	583.497

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.38 (Continuación)
Cálculo de Costos, Programa de Capacitación y Transferencia en Situación Con Proyecto

	Item	Caso								Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Años 1 al 6	Sup. Caso (ha)	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	
	Sup. Sistema Agrícola (ha)	64,149	141,900	87,819	87,819	20,266	94,051	124,270	184,531	804,81
	Interés en el Proyecto (%)	50,00 %	83,33 %	84,62 %	84,62 %	84,62 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	
	Sup. Afecta al Programa (ha)	32,07	118,25	74,31	74,31	17,15	62,70	82,85	123,03	584,68
	Cuota del Programa (\$)	105.817	370.505	1.065.095	835.826	1.544.695	2.822.038	9.396.005	3.410.546	
Años 7 al 8	Sup. Caso (ha)	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	
	Sup. Sistema Agrícola (ha)	64,149	141,900	87,819	87,819	20,266	94,051	124,270	184,531	804,81
	Interés en el Proyecto (%)	50,00 %	83,33 %	84,62 %	84,62 %	84,62 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	
	Sup. Afecta al Programa (ha)	32,07	118,25	74,31	74,31	17,15	62,70	82,85	123,03	584,68
	Cuota del Programa (\$)	111.235	389.477	1.119.633	878.624	1.623.789				
Años 9 al 10	Sup. Caso (ha)	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	
	Sup. Sistema Agrícola (ha)	64,149	141,900	87,819	87,819	20,266	94,051	124,270	184,531	804,81
	Interés en el Proyecto (%)	50,00 %	83,33 %	84,62 %	84,62 %	84,62 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	
	Sup. Afecta al Programa (ha)	32,07	118,25	74,31	74,31	17,15	62,70	82,85	123,03	584,68
	Cuota del Programa (\$)	125.627	439.870							

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.38 (Continuación)
Valores Bases. Situación Con Proyecto

Valores Base	Costo (\$)	Unidad
Charlas	10.000	c/una/persona
Día de Campo	20.000	c/una/persona
Cuadernillos	5.000	c/una/persona
Folletos	3.000	c/una/persona
Ingeniero Agrónomo	850.000	c/mes
Técnico Agrícola	350.000	c/mes
Movilización Asesor	400.000	c/mes
Alojamiento Asesor	200.000	c/mes

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.38 (Continuación)
Datos Desglosados por Periodo de Años. Situación Con Proyecto

Desglose	Unidad	Años 1 al 6	Años 7 al 8	Años 9 al 10
Costo Ingeniero Agrónomo	\$/mes	1.450.000	1.450.000	1.450.000
Profesionales Requeridos	N°	2	1	1
Costo Técnico Agrícola	\$/mes	950.000	950.000	950.000
Técnicos Requeridos	N°	6	4	2
Meses/Año/Ing. Agrónomo	N°	12	9	6
Meses/Año/Técnico Agrícola	N°	12	12	12
Costo Total Anual Sistema	\$/mes	103.200.000	58.650.000	31.500.000
Costo Total Mensual Sistema	\$/año	8.600.000	4.887.500	2.625.000
Costo Técnico por Hectárea Arable	\$/ha/año	176.508	185.546	209.553

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.38 (Continuación)
Asesoría Técnica Permanente en Situación Con Proyecto

Item	Caso								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Sup. Caso (ha)	1,199	2,519	7,131	5,596	10,342	23,981	79,845	28,982	
Sup. Sistema Agrícola (ha)	64,149	141,900	87,819	87,819	20,266	94,051	124,270	184,531	804,81
Interés en el Proyecto (%)	50,00 %	83,33 %	84,62 %	84,62 %	84,62 %	66,67 %	66,67 %	66,67 %	
Sup. Afecta al Programa (ha)	32,07	118,25	74,31	74,31	17,15	62,70	82,85	123,03	584,68
Asesoría Diferencial – Año 13 al 15	0	0	0	0	0	1.875.134	6.243.279	2.266.175	\$/año
Asesoría Diferencial – Año 16 al 18	0	0	814.791	639.401	1.181.681	2.158.840	7.187.883	2.609.045	\$/año
Asesoría Diferencial – Año 19 al 30	105.817	370.505	1.065.095	835.826	1.544.695	2.822.038	9.396.005	3.410.546	\$/año

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.38 (Continuación)
Valores Bases para Asesoría Técnica Permanente. Situación Con Proyecto

Valores Base	Costo (\$)	Unidad
Ingeniero Agrónomo	850.000	c/mes
Técnico Agrícola	350.000	c/mes
Movilización Asesor	400.000	c/mes
Alojamiento Asesor	200.000	c/mes

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 5.38 (Continuación)
Datos Desglosados por Periodo de Años para Asesoría Técnica Permanente. Situación Con Proyecto

Desglose	Unidad	Años 1 al 6	Años 7 al 8	Años 9 al 10
Costo Ingeniero Agrónomo	\$/mes	1.450.000	1.450.000	1.450.000
Profesionales Requeridos	N°	1	1	2
Costo Técnico Agrícola	\$/mes	950.000	950.000	950.000
Técnicos Requeridos	N°	2	4	6
Meses/Año/Ing. Agrónomo	N°	6	9	12
Meses/Año/Técnico Agrícola	N°	12	12	12
Costo Total Anual Sistema	\$/mes	31.500.000	58.650.000	103.200.000
Costo Total Mensual Sistema	\$/año	2.625.000	4.887.500	8.600.000
Costo Técnico por Hectárea Arable	\$/ha/año	117.283	135.028	176.508

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 6

DISEÑO DE DRENAJE

6.1 Estudio de Niveles Freáticos

El estudio de la fluctuación de los niveles freáticos se realizó con el fin de establecer las alternativas de diseño de la red de drenaje. Para ello, se realizaron mediciones de la conductividad hidráulica del suelo, de tal manera que fue posible trazar las líneas equipotenciales y conocer la dirección del movimiento de la napa freática.

6.1.1 Profundidad del Nivel Freático y Fluctuaciones en el Tiempo

Para la determinación de la profundidad del nivel freático y su fluctuación en el tiempo, se utilizó una red de 38 pozos de observación de 2 m de profundidad, con una densidad de aproximadamente 5 pozos por cada 100 ha (Plano C-01), dispuestos en forma paralela y perpendicular a la dirección del flujo esperado o respecto a cauces naturales o artificiales que se identificaron en las visitas a terreno. Se realizaron cuatro mediciones con un intervalo de 25 a 30 días.

En la mayor parte de los pozos de observación, no se presentan fuertes variaciones del nivel freático, a excepción de aquellos en que las mediciones fueron realizadas entre 1 a 2 días posteriores al riego, como ocurre por ejemplo en los Pozos N°6 y N°26. Los mayores niveles de agua se presentan en terrenos de vega, lo que se refleja al observar la profundidad en que se encuentra el nivel freático en los Pozos N°28 (Vega Castillo) y N°37 (Vega en Club de Campo Las Tablas).

En general, de acuerdo con las mediciones realizadas, se puede establecer que en promedio para los sectores de La Cachina, La Arena, La Camelia y El Pino (Pozos N°1 al N°22) el nivel freático se encuentra a los 1,26 m de profundidad, para el sector de Los Loros (Pozos N°23 al N°29), en promedio se tiene un nivel freático a 0,86 m y finalmente para los sectores de Las Tablas y Freirina (Pozos N°30 al N°38), localidades ubicadas en la ribera sur del río Huasco, el promedio de profundidad del nivel freático es de 0,87 m.

6.1.2 Hidrogramas

El hidrograma representa las variaciones del almacenamiento de agua en el suelo, relacionando la altura del nivel freático en el tiempo. Para cada una de las cuatro mediciones, los hidrogramas se presentan en el Anexo 6.1.

6.1.3 Plano de Equipotenciales o Isohypsas

La configuración de los niveles freáticos se representa en los planos de curvas de nivel de la napa freática. Las lecturas de profundidad de la napa obtenidas en los pozos de observación, fueron

convertidas a elevaciones o cotas quedando ligadas al levantamiento topográfico. Cada punto de observación presenta su respectiva cota, las que fueron utilizadas para la confección de curvas de nivel de la napa, generando de esta forma los planos de isohypsas que proveen de información suficiente para derivar datos sobre gradientes hidráulicos, dirección de flujo, cantidad de agua subterránea en movimiento y áreas de recarga y descarga.

Los planos de isohypsas se confeccionaron para cada una de las mediciones realizadas, presentando en los Planos N° C-02, C-03, C-04, C-05 las isohypsas de diciembre de 2001, enero, febrero y marzo de 2002; y además en el Plano C-06 se presenta uno común que traslapa las cuatro anteriores de manera de poder observar en forma más clara el movimiento que presenta la napa freática en cada uno de los sectores levantados. Todos los planos de isohypsas generados, presentan una equidistancia entre curvas de 0,25 m.

De acuerdo a la forma del área de estudio, se definieron tres sectores:

<i>Ribera Norte río Huasco</i>	Sector 1	La Cachina La Arena El Pino La Camelia
	Sector 2	Los Loros
<i>Ribera Sur río Huasco</i>	Sector 3	Las Tablas Freirina

Cabe señalar que, del análisis de los planos de isohypsas, las influencias por el aporte del río Huasco y por los canales de riego no fue posible identificarlas claramente, pero no se puede descartar que produzcan una recarga significativa de la napa freática. En consecuencia, se estimó, para cuantificar el monto de la recarga, que esta se origina por efectos del regadío, el que se realiza con bajas eficiencias de aplicación, en la Situación Actual.

6.1.4 Plano de Isoprofundidad

La distribución espacial de la profundidad del nivel freático bajo la superficie del suelo (Planos C-07, C-08, C-09 y C-10). Estos planos resultan del trazado de líneas que unen puntos de observación que tienen igual profundidad al nivel freático

De acuerdo a los planos anteriormente señalados en el Sector 1 la profundidad del nivel freático disminuye de oriente a poniente y de sur a norte. La menor profundidad del nivel freático se puede asociar a la influencia de la red de canales existentes en el sector superior y medio de este sector, sin embargo, no se dispuso de una red de puntos de observación que permitiera confirmar fehacientemente esta idea, situación que debe ser estudiada en una etapa de detalle, con una mayor densidad de puntos.

En el Sector 3, existe en los sectores medio y poniente una tendencia de la napa a descender de oriente a poniente al comparar las cuatro mediciones. Lo anterior se puede explicar por la merma en el caudal del río Huasco con la consecuente disminución en la recarga del acuífero.

6.2 Medición de la Conductividad Hidráulica (K)

La conductividad hidráulica del suelo se determinó al momento de la instalación de los pozos de observación, (con agua libre suficiente para realizar las mediciones), mediante el método del barreno o método de Hooghoudt, que consiste en tomar el tiempo de recuperación del nivel freático original, en el orificio del barreno, después de extraer el agua rápidamente mediante un sistema de bombeo.

En los casos en que el nivel del agua no permitía un número adecuado de mediciones por pozo, se realizó una repetición más utilizando como valor final el promedio de ambas mediciones.

El método se resuelve utilizando la ecuación de Glover y Dumm, considerando que la estrata impermeable se ubica más profundo que la línea de drenes:

$$K = 454737 \frac{a^2 d}{(a + 2d)t} \ln \frac{y_0}{y_1}$$

Donde:

K = conductividad hidráulica (m día⁻¹)

a = radio del orificio del barreno (m)

d = distancia desde el fondo del orificio de barreno hasta el nivel freático (m)

t = tiempo de recuperación del nivel freático (s)

y₀ = altura del nivel freático inmediatamente después de la extracción (m)

y₁ = altura del nivel freático una vez transcurrido el tiempo t (m)

Dado que las perforaciones de barreno no permitieron identificar el hidroapoyo, o estrata impermeable, ésta se consideró sobre la base de los antecedentes señalados por el Catastro de Pozos, DGA 1999, que la ubican en el caso más restrictivo, a 11 m de profundidad desde la superficie. En consecuencia se consideró una profundidad de la estrata de 10 m (valor d, en la ecuación de Glover y Dumm).

El detalle de las mediciones realizadas en los diferentes puntos de muestreo, se presenta en el Anexo 6.2 del Informe Final. Cabe señalar que la conductividad hidráulica varía (K) entre 0,082 y 7,558 m día⁻¹. Con los datos se confeccionó un plano de igual conductividad hidráulica. Este plano involucra rangos de valores de conductividad hidráulica atendiendo a la alta variabilidad que presenta este parámetro (Plano C-11).

Conforme a los valores de K obtenidos, se estimó la porosidad drenable de acuerdo con el nomograma de Dumm. Según esta metodología, la porosidad drenable varía entre 1,8% y 22,5%.

En el Sector 1 se presenta el rango de variación de conductividad hidráulica más alto del total del área de estudio, con un mínimo de $0,082 \text{ m día}^{-1}$ y un máximo de $7,56 \text{ m día}^{-1}$. El valor promedio de conductividad hidráulica para este sector, es de $2,15 \text{ m día}^{-1}$.

Para el Sector 2 presentan un mínimo de $0,308 \text{ m día}^{-1}$ y un máximo de $6,692 \text{ m día}^{-1}$ con un valor promedio de $1,958 \text{ m día}^{-1}$.

Finalmente, los valores de conductividad hidráulica para el Sector 3 se presenta la menor variación, ya que los valores de conductividad hidráulica varían desde $0,603$ a $2,709 \text{ m día}^{-1}$, con un promedio general para el área de $1,167 \text{ m día}^{-1}$.

6.3 Determinación del Eje Hidráulico Río Huasco 4ª Sección

El Eje hidráulico se define como la altura de escurrimiento en función de la distancia medida a lo largo de un cauce, en este caso el Río Huasco. La determinación del eje hidráulico en el cauce se basó exclusivamente en identificar el o los puntos, en que la descarga de los drenes colectores en el Río Huasco se produzca sobre este eje.

6.3.1 Metodología de Trabajo

Para la determinación del eje hidráulico en diferentes tramos del Río Huasco, se utilizó el sistema River Análisis System (HEC-RAS), herramienta comúnmente usada en diseños hidráulicos, siendo empleado por el Ministerio de Obras Públicas en sus propios diseños o para revisar a los de sus consultores.

El coeficiente de rugosidad de Manning, fue de 0.050 (sinuoso, vegetación y bastante pedregoso) para los bordes del río y 0.045 (sinuoso, vegetación y piedras) para el lecho.

En el caso del caudal asumido en los cálculos, se recurrió a la información proporcionada por la Dirección General de Aguas, la cual para la zona de proyecto tiene sólo una estación de muestreo, Huasco Bajo, que presenta datos desde Agosto de 1987 hasta Diciembre de 1995, pero completos desde 1989 a 1995. Con estos datos procesados se plantearon dos escenarios posibles, uno para el caudal medio anual y otro para el mes de mayor caudal del año con probabilidad de excedencia de 50%, con los cuales se determinó el Eje Hidráulico.

6.3.2 Análisis de los resultados

Una vez analizados los resultados del eje hidráulico, observando los gráficos obtenidos, se puede concluir que para cada uno de los sectores de drenaje analizando los escenarios N° 1 y 2, con caudales de $1,8$ y $8,3 \text{ m}^3/\text{s}$ respectivamente, se observa que el eje hidráulico se encuentra sobre el eje crítico con lo cual queda demostrado que el Río Huasco posee un régimen de río (de baja velocidad).

Analizando cada uno de los escenarios para cada sector de drenaje, se observa que para el caudal máximo para un año con probabilidad de excedencia de un 50% entre los sectores 2 y 3, se produciría en ciertos lugares específicos del valle inundación de sectores bajos, los cuales corresponden a zonas de vegas, que según el proyecto no serán drenadas, por cuanto se encuentran dentro del área de protección.

Los puntos de salida diseñados para cada uno de los sectores al Río Huasco se ubican por sobre la cota del eje hidráulico en ambos escenarios, de modo que el agua desagüe en forma libre y sin inconvenientes.

6.4 Diseño del Sistema de Drenaje Intrapredial

En el siguiente capítulo se analiza el diseño del sistema de drenaje intrapredial, sistema que de acuerdo a los términos de referencia se encuentra fuera de los alcances de la presente Consultoría.

Este análisis se realiza con el objeto de calcular los caudales de recarga de la red de colectores, profundidad de salida de los drenes y cuantificar las inversiones intraprediales para la evaluación económica y financiera.

6.4.1 Metodología

En forma secuenciada, el diseño de la red de drenaje comienza con el cálculo de la recarga o coeficiente de drenaje y sigue con la definición de la profundidad de suelo libre de la influencia del nivel freático según requerimientos del cultivo, medida en el punto medio entre dos drenes. Para olivos es de 1,55 m, profundidad que permite minimizar el riesgo de daños por sales (FAO, 1980; Salgado, 2000).

El cultivo representativo de la zona a drenar es el olivo, con aproximadamente el 85 % de la superficie de cultivo para la Situación Con Proyecto. La recarga estaría dada por los requerimientos de lixiviación del cultivo en el mes de mayor demanda de riego, enero con 753,7 m³/ ha.

El paso siguiente fue establecer criterios de diseño para los drenes laterales y colectores. La red de laterales entubados (intraprediales) descargarán a colectores (extraprediales). Los colectores extraprediales tendrán la doble función de: a) Permitir el desagüe de los laterales y b) abatir el nivel freático en el área de influencia. Los colectores fueron trazados por los deslindes de las propiedades. En ambos casos el diseño tiende a restar el mínimo de superficie al cultivo.

Para los objetivos perseguidos con el diseño de drenaje intrapredial, se realizó el dimensionamiento de la red en tres predios representativos de cada uno de los sectores de riego.

Según estos antecedentes de CEDEC (1985), la profundidad mínima que se ubicó la estrata impermeable es de 10 m desde la superficie del suelo, utilizando con fines de diseño esta profundidad por corresponder al caso más restrictivo.

En el cálculo de la distancia entre drenes laterales (m), se empleó la Ecuación de distancia de Glover y Dumm, definida para un suelo homogéneo y drenes ubicados por encima de la estrata impermeable. En esta ecuación se asume que la “región de flujo (D)” se sustituye por el concepto de “estrato equivalente” (d) definido como: “el espesor que tendría la región de flujo si este fuera eminentemente horizontal”. La ecuación es la siguiente:

$$L^2 = \frac{\pi^2 \cdot K \cdot D \cdot t}{p \cdot \ln \left(1,16 \frac{h_0}{h_t} \right)}$$

Donde:

L = distancia entre drenes (m)

K = conductividad hidráulica (m día⁻¹)

$D = d + \frac{h_0}{2}$ = espesor de la región de flujo (m)

d = estrata equivalente, distancia desde el fondo de los drenes a la estrata impermeable (m)

t = intervalo entre recargas (día)

$h_0 = \frac{Ri}{p}$ = altura del nivel freático sobre los drenes al inicio del periodo de drenaje (m)

h_t = altura del nivel freático sobre los drenes al final del período de drenaje (m)

p = porosidad drenable (%)

Ri = recarga instantánea (m día⁻¹)

Al modelar la profundidad del nivel freático se conoce la magnitud de su ascenso con cada evento de recarga, que están dados por los riegos. Los datos de la magnitud de la percolación profunda se consigue despejando h_t de la ecuación de Glover y Dumm que queda como:

$$h_t = e^{\left(\ln(1,16h_0) - \frac{\pi^2 K D t}{p L^2} \right)}$$

donde los términos son los mismos que la ecuación anterior.

La aplicación de esta ecuación implica asumir inicialmente una distancia entre drenes para luego, mediante iteración, obtener la distancia verdadera.

La recarga que define el diámetro de la tubería, se estimó mediante ecuación de carga instantánea, señalada por Pizarro (1985):

$$Q = 0,000073 \frac{K \cdot D}{L} \cdot h_0 \cdot l$$

Donde:

Q = recarga (m³/ s)

K = conductividad hidráulica (m/día)

L = espaciamiento entre drenes (m)

l = longitud de un dren (m)

D = espesor del acuífero una vez drenado, distancia entre los drenes y estrata impermeable (m)

h_0 = recarga del acuífero (m)

Para el cálculo del diámetro de tuberías se utilizó la fórmula señalada por Pizarro (1985) para drenes corrugados (en la cual se dejó como variable dependiente el diámetro interno):

$$D_i = 0,2557 Q^{0,375} i^{-0,187}$$

Donde:

D_i = diámetro interior del dren (m)

Q = caudal a eliminar (m³/s)

i = gradiente hidráulico (adimensional)

6.4.2 Resultados

En el Cuadro N° 6.1 se presentan los resultados de la longitud, espaciamiento, diámetro y caudal drenado según predio estudiado.

La distancia entre los drenes laterales, varía entre 81 y 122 m, según predio, obteniendo un valor de caudal drenado por hectárea que varía entre 0,454 y 0,462 L/ s/ ha. Este valor de caudal drenado por ha, es la base sobre la cual se calculó la capacidad de los drenes colectores, tal como se señala en el Capítulo 6.5.

La profundidad de los drenes resultó ser de 1,74 a 1,80 m desde la superficie, con el objeto de que la altura de agua al interior de los drenes fuera de 0,10 m.

Cuadro N° 6.1
Resultados sistema de drenaje intrapredial según predio estudiado

Ítem	Unidad	Predio 145 - 8	Predio 141 - 6	Predio 107 - 2
Conductividad Hidráulica	(m/día)	4,0	6,0	2,0
Porosidad Drenable	(%)	19,7	21,75	16,5
h _o máximo	(m)	0,20	0,19	0,25
Longitud	(m)	188	200	650
Distancia entre drenes	(m)	101	122	81
Pendiente	(m/ m)	0,001	0,001	0,001
Superficie drenada por dren	(m ²)	18.938	24.400	52.650
Caudal drenado	(m ³ /s)	0,001	0,001	0,004
Caudal drenado unitario por hectárea	(L/ s/ ha)	0,462	0,458	0,454
Velocidad del flujo	(m/ s)	0,12	0,13	0,18
Diámetro interno	(cm)	7,3	8,0	13,3
Profundidad de drenes	(m)	1,75	1,74	1,80

Fuente: Elaboración propia.

6.4.3 Costos Drenaje Intrapredial en Predios Reales

En la estimación de los costos de instalación, mantenimiento y reposición de un sistema de drenaje intrapredial se tomaron tres predios representativos según estrato, Roles 145-8 (Estrato 2), 141-6 (Estrato 3) y 107-2 (Estrato4), cuyo cultivo es el olivo, debido a que en la Situación Con Proyecto, éste representa aproximadamente el 85 % de la superficie bajo riego.

El diseño contempla drenes entubados, con una pendiente de 1 por mil, con una cámara de inspección por dren, y una obra de albañilería en la boca de salida hacia el colector. No se incluye en esta estimación de costos el dren colector, ya que éste pertenece al sistema de drenaje extrapredial.

6.4.3.1 Predio Rol 145-8, Estrato 2

Este predio, tiene una superficie de 3,6 ha, con una conductividad hidráulica de 4 m/día y una profundidad de la napa freática de 1,4 m. Lo anterior, indica una porosidad drenable de 19,7 % (según nomograma de Dumm), lo que determina una distancia entre drenes de 101 m. El largo de drenes se estimó en 187,5 m, en disposición perpendicular al flujo de la napa.

Según el diseño del sistema, se requería una tubería de drenaje de 73,3 mm, lo que llevado a un diámetro comercial resulta en 100 mm. El costo de construcción y materiales, es de \$ 3.307.424, lo que equivale a \$ 918.729/ ha.

Los costos anuales de mantención, se estimaron sobre la base de lo señalado por CIREN (1996), que indica un costo de 2% sobre el costo total en materiales y construcción. De esta forma, el costo anual de mantenimiento es de \$ 66.148.

6.4.3.2 Predio Rol 141-6, Estrato 3

El predio Rol 145-8 tiene una superficie de 5,596 ha y representa al estrato 3. La conductividad hidráulica es de 6 m/día, lo que determina una porosidad drenable de 21,75 % y una profundidad de la napa freática de 1,7 m.

Los datos anteriores, determinan una distancia de 122 m entre drenes, con un largo de dren 200 m, dispuestos perpendicularmente a la dirección del flujo freático, requiriéndose 3 drenes para la superficie total del predio. El diámetro de la tubería de drenaje resultó en 80,3 mm, lo cual llevado a diámetros comerciales significa tuberías de 100 mm de diámetro.

El costo de construcción alcanza a \$ 5.173.461 para el total de la superficie del predio, equivalente a \$ 924.493/ ha. El costo de mantenimiento anual, siguiendo la metodología señalada para el predio Rol 145 – 8, es de \$ 103.469.

6.4.3.3 Predio Rol 107-2, Estrato 4

El predio Rol 107-2 tiene una superficie de 23,981 ha y representa al estrato 4. La conductividad hidráulica es de 2 m/día y la profundidad del nivel freático es de 1,2 m.

La porosidad drenable resultó en 16,5 % y el espaciamiento de drenes en 80 m a una profundidad de 1,79 m. Se requieren 5 drenes de 650 m de largo, considerándose dos cámaras de inspección por dren. El diámetro de la tubería se calculó en 106,5 mm, equivalente a un diámetro comercial de 160 mm. Según lo anterior, los costos de construcción se estimaron en \$ 24.903.843 equivalente a \$ 1.038.482/ ha. Los costos anuales de mantenimiento alcanzan a \$ 498.077.

6.5 Diseño Sistema de Drenaje Extrapredial

Tomando como base el diseño de drenaje intrapredial, se calculó una recarga o coeficiente de drenaje de 0,46 L/ s /ha como promedio, valor estimado según la superficie drenada por cada dren intrapredial y el máximo valor de carga instantánea obtenido según la ecuación de Pizarro (Capítulo 6.4.1).

Los drenes intraprediales deben descargar al colector libremente, requiriendo una altura libre de agua de 30 cm, por lo tanto, los colectores deberían tener una profundidad mínima al espejo de agua de 2,04 m a 2,09 m, y a la superficie del suelo de 2,2 a 2,5 m según corresponda a cada sector. En general, se consideró una pendiente de 2 por mil, que permita conducir las aguas a una velocidad tal que evite la acumulación de sedimentos que pudieran obstruir el flujo.

En segundo lugar se verificó, en el plano de isohypsas, y el sentido de los flujos del nivel freático, de manera de modelar el sentido que deberían llevar los drenes laterales. Estos últimos deben tratar de cortar perpendicularmente el sentido del flujo.

Luego, sobre el plano base a escala 1: 3.000, con las curvas de nivel interpoladas cada 25 cm, se trazaron las alternativas de drenes colectores, siguiendo en general los límites de los predios. Además se estudió la factibilidad técnica de usar drenes colectores existentes, evaluando las mejoras para transportar el caudal a evacuar. Para cada alternativa iterada se verificaron las pendientes del terreno y las posibilidades de descarga en el río.

La superficie bajo estudio se dividió en 3 sectores (La Cachina – La Camelia, Los Loros , Las Tablas – Freirina) beneficiando en total 799,5 ha, de las cuales 791,3 ha, serán drenadas con 100 % de eficiencia, restando 8,2 ha que serán drenadas con una eficiencia menor, debido a que se ubican en sectores deprimidos del relieve, no alcanzando el mínimo de profundidad de suelo libre de la influencia de la napa freática (1,55 m). En el Cuadro N° 6.2 se presenta la superficie drenada por cada sector.

Cuadro 6.2
Superficie drenada por sector

Sector	Nombre	Superficie drenada con 100 % de eficiencia (ha)	Superficie beneficiada con menos de 100 % de eficiencia (ha)	Superficie total con mal drenaje (ha)	Superficie no beneficiada (ha)	Proporción de superficie beneficiada con 100 % de eficiencia (ha)
1	La Cachina, La Arena, El Pino, La Camelia	419	0	422,2	3,2	99,2
2	Los Loros	167	5,5	172,5	0	96,8
3	Las Tablas, Freirina	205,3	2,7	209,7	1,7	97,9
Total		791,3	8,2	804,4	4,9	98,3

Fuente: Elaboración propia

Cabe señalar que en los Sectores 1 y 3 existen 4,9 ha que no serán beneficiadas por la red de colectores, en el caso del Sector 3, 1,7 ha del Rol SR – 20, por su ubicación con respecto al grueso de la superficie a drenar. Sin embargo, este predio puede ser drenado con un sistema intrapredial, que evacue directamente al río, sin necesidad de conectarse a la red de colectores. Por su parte las 3,2 ha del Sector 1 corresponden a parte del rol 143-11, que no presentan solución técnica por ser terrenos muy bajo, sin posibilidades de descarga gravitacional.

En la búsqueda de la solución más adecuada tanto técnica como económica, se evaluaron tres alternativas de establecimiento de colectores, siguiendo un mismo trazado, requiriendo de un total de 29 drenes colectores. Las alternativas de tipo de drenes colectores estudiados fueron las siguientes:

1. Colectores cerrados en que el diámetro de la tubería se calculó mediante la ecuación de Pizarro (Capítulo 6.4), ajustándose a la pendiente obtenida según el perfil longitudinal de los colectores con respecto a la superficie del terreno.
2. Colectores abiertos utilizando zanjas cuya capacidad de conducción se calculó mediante la ecuación de Manning, partiendo por aspectos constructivos con una sección mínima de 0,4 m en la base, talud 2: 1 y altura de tirante máxima de 0,3 m. Se estimó esta sección de zanja, como la mínima capaz de construir con maquinaria.
3. Colectores cerrados, tomando como base las soluciones 1 y 2, se incluye evacuar los volúmenes adicionales originados por derrames desde los canales Madariaga y La Cachina y aprovechar las zanjas existentes en el terreno, de tal manera de que produce un ahorro en el costo de la solución propuesta por concepto de movimiento de tierra. Considera un valor de recarga de 169,5 L/ s para el canal Madariaga y de 134,25 L/ s para el canal La Cachina. Esta, es la solución recomendada por CICA Ing. Consultores, para la Recuperación de Suelos con mal drenaje del Sector bajo del Huasco.

Se consultó a los agricultores beneficiados con estas obras sobre la opción de colectores cerrados y abiertos, resultando una clara preferencia por la primera opción (cerrados), hecho que apoya en gran medida la alternativa propuesta en esta Consultoría.

6.5.1 Alternativa 1 con drenes colectores cerrados

Esta alternativa se base en una red de drenes colectores entubados cerrados, que evacuan los drenes intraprediales o laterales. El cálculo consiste en estimar la superficie drenada acumulada por cada dren colector, y aplicando el factor o coeficiente de drenaje (0,46 L/ s/ ha), entrega el caudal drenado acumulado por largo o metraje de dren colector.

Con respecto al costo de la red, se consideraron los parámetros utilizados en la cubicación de los drenes intraprediales. Cabe señalar que el costo unitario por hectárea de las redes, depende de la configuración espacial del sector a drenar. A medida que aumenta el largo con respecto al ancho de la superficie a drenar, el costo unitario es mayor. A continuación se presenta la desagregación de costos para cada uno de los sectores, incluyendo el costo anual de mantenimiento.

6.5.1.1 Sector 1, La Cachina

En este sector se requiere de un largo total de drenes de 17.978 m, beneficiando 419 ha. El costo total de la red es de \$ 376.006.231. Este dren colector beneficia a 92 predios en total. Sólo 3,2 ha del predio Rol 143-11, no pueden ser drenadas, por ser terrenos muy bajos sin posibilidad de evacuación gravitacional bajo los criterios de diseño señalados.

6.5.1.2 Sector 2, Los Loros

Considera los drenes colectores 1 y 3. La superficie drenada alcanza a 172,5 ha. El costo de la red es de \$ 139.526.536, beneficiando a 23 predios.

Sólo en el tramo final de la red, el dren colector tiene una profundidad menor a 2 m, variando en el resto de la red entre 2 y 3 m. El punto más profundo corresponde a la unión de los drenes n° 1 y 3 (3 m).

6.5.1.3 Sector 3, Las Tablas – Freirina

En el sector Las Tablas es drenada una superficie de 207 ha. El costo total de la red es de \$ 174.137.549, con un total de 39 predios beneficiados. En general, la profundidad de los drenes varía entre 2 y 2,7 m.

En aproximadamente 60 m de longitud la profundidad del dren colector es de 4 m, debido a la necesidad de dar un gradiente que permita el flujo. El predio Rol SR – 20, se encuentra alejado del grueso de la superficie a drenar, por lo que no es recomendable extender la red de colectores, sino más bien, en este predio en particular, puede descargar los drenes laterales directamente al río.

Es necesario destacar que en este sector, el predio Rol SR-15 no podrá ser drenado en su totalidad bajo los criterios definidos de profundidad de suelo libre de la napa freática, quedando aproximadamente el 30 % de su superficie, con un dren colector ubicado a una profundidad que varía entre 0,77 y 1,55 m.

6.5.1.4 Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 1.

Al considerar la suma de los costos parciales por ítem de cada sector, se obtuvo el costo total del sistema de drenaje extrapredial. Este alcanza a \$ 708.871.746 para un total de 799,86 ha. El largo total de drenes colectores entubados es de 31.574 m.

Se consideró un total de 3,2 ha que deberán ser expropiadas para la instalación de los drenes colectores, estimando un valor por ha expropiada de \$ 6.000.000. De esta manera, el costo de expropiación es de \$ 18.944.340. El costo unitario es de \$ 885.921 por ha beneficiada.

6.5.2 Alternativa 2 drenes colectores abiertos

Esta alternativa considera el establecimiento de una red de colectores abiertos con la misma configuración del sistema de colectores cerrados señalada anteriormente, con una zanja de talud 2: 1, una altura de tirante máxima de 0,3 m, y una base de 0,4 m. Se asumió, como criterio de diseño, que esta zanja es la de mínima sección que se puede construir con maquinaria. A través de la fórmula de Manning, se obtuvo el caudal que puede transportar la zanja y se comparó con el caudal a evacuar por cada colector, según se indica en el Anexo 6.4.3. De este análisis se

concluyó que la zanja tipo es capaz de transportar los caudales de los colectores, excepto en el colector 24, entre el metraje 293 y 1.259 en que se requiere una zanja con una base de 0,6 m. La cubicación de los movimientos de tierra requeridos se presenta en el Anexo 6.5.2.

La forma de la ecuación de Manning utilizada es la siguiente:

$$Q = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:

- Q = caudal (m³/ s)
- n = coeficiente de rugosidad de Manning
- R = A/ P= radio hidráulico (m)
- A = bd + Zd² = area (m²)
- P = b + 2d $\sqrt{Z^2 + 1}$ = perímetro mojado (m)
- Z = talud
- b = base de la zanja (m)
- S = pendiente de la zanja (%)
- d = tirante o altura de agua

El coeficiente de rugosidad de Manning (n) utilizado fue de 0,025, que corresponde a un canal excavado de tierra sinuoso (MOP, Manual de carreteras, Volumen 3, 1994).

Es necesario destacar que, en la evaluación de los costos se consideró la construcción de cercos de protección de las zanjas. A continuación se presenta la estimación de inversiones por cada sector. Cabe señalar que la superficie beneficiada no varían con respecto a la evaluación con colectores cerrados. La desagregación de los costos por dren colector se presenta en el Anexo 6.8.2.

6.5.2.1 Sector 1, La Cachina

El costo total de la red es de \$ 287.472.692.

6.5.2.2 Sector 2, Los Loros

En este sector el costo de la red es de \$ 111.846.457.

6.5.2.3 Sector 3, Las Tablas – Freirina

En el sector Las Tablas, el costo total de la red es de \$ 161.917.655.

6.5.2.4 Resumen de costos del sistema de drenaje extrapredial, Alternativa 2

La suma de los costos por sector alcanza a \$ 637.014.164, con un costo unitario de \$ 796.405 ha.

Bajo este sistema de zanjias abiertas, la superficie a expropiar se estima en 12,63 ha, con un costo de \$ 75.777.360.

6.5.3 Alternativa Propuesta

Esta alternativa considera el establecimiento de drenes colectores cerrados, y a diferencia de la Alternativa 1 incluye evacuar los volúmenes excedentes desde los canales Madariaga y La Cachina.

En el cálculo de los caudales a evacuar desde cada canal, se asumió una eficiencia de conducción de 50 %. Los caudales máximos a transportar por los canales son de 339 L/ s por el canal Madariaga, y de 268,5 L/ s por el canal La Cachina, según se señala en el Capítulo 4, por lo tanto, los volúmenes adicionales originados por derrames desde estos canales son de 169,5 L/s y 134,25 L/s respectivamente. Los diámetros de las tuberías son recalculados según el nuevo escenario de descarga del sistema (Anexo 6.4.4).

En el dren colector 16 se consideró que el canal Madariaga descarga en el metraje 0,0 m, mientras que el canal La Cachina descarga en el metraje 1.172 m. La desagregación de los costos a precios privados por dren colector se presenta en el Anexo 6.8.3.1.

La cubicación de movimientos de tierra para la construcción de zanjias se considera el aprovechamiento de las ya existentes en el terreno, de tal manera que se produce un ahorro en el costo de la solución propuesta por este concepto. El trazado de los drenes diseñado considera la utilización de los existentes en un 29% del largo y de acuerdo a la sección de cada uno de ellos, habría una reducción de 14.771 m³. En el Anexo 6.5.3 se presenta el detalle de los movimientos de tierra.

6.5.3.1 Costos a Precios Privados

La suma de los costos del sistema de drenes colectores a precios privados alcanza a \$ 743.269.332, con un costo unitario de \$ 929.247 por ha.

La superficie a expropiar es la misma que en la Alternativa 1, con 3,16 ha y un costo de \$18.944.340.

A continuación se presenta un desglose de costos y requerimientos para cada sector de diseño.

a) Sector 1, La Cachina

En este sector, el costo total de la red es de \$ 425.490.083.

b) Sector 2, Los Loros

El costo de la red en el sector Los Loros es de \$ 136.366.046.

c) Sector 3, Las Tablas – Freirina

El costo total de la red es de \$ 162.468.863.

6.5.3.2 Costos a Precios Sociales

La evaluación presentada anteriormente, se realizó considerando Precios Privados. Al aplicar los factores para llevar los precios Privados a Sociales, según los índices de MIDEPLAN, presentados en el Capítulo 4.4, se obtuvo la evaluación a precios sociales del costo de la red de drenaje extrapredial para la solución propuesta. Los precios sociales utilizados se presentan en el Anexo 6.7.2. La desagregación de costos de los drenes colectores secundarios a precios sociales se presenta en el Anexo 6.8.3.2.

El costo total de la red para los tres sectores es de \$ 752.808.862, lo que significa con un costo unitario de \$ 941.173 por ha.

a) Sector 1, La Cachina

El costo total de la red a precios sociales es de \$ 430.894.538.

b) Sector 2, Los Loros

En el sector Los Loros, el costo de la red a precios sociales es de \$ 138.263.725.

c) Sector 3, Las Tablas – Freirina

En este sector, el costo total de la red es de \$ 164.706.258.

CAPÍTULO 7

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

7.1 Evaluación Económica

El presente capítulo tiene como objetivo definir la mejor alternativa de obra civil sobre la base del análisis de los indicadores económicos VAN, TIR y relación N/K, tanto a valores privados como sociales.

7.1.1 Análisis Económico de Proyectos Unitarios

El plan de desarrollo agropecuario, para cada uno de los Casos analizados, representativos del sistema, fue valorado y proyectados, por un período de 30 años, considerado éste como el horizonte de evaluación del proyecto.

Los flujos de caja anuales resultantes, caracterizan a los Beneficios Brutos Agropecuarios para las dos situaciones en análisis: Situación Actual y Situación Con Proyecto. Este resumen de flujos se presenta en el Anexo 7.1 “Resumen de Flujos de Caja por Caso”, y corresponden a los resultados económicos por Caso, a Valores Privados y Sociales.

7.1.2 Análisis Económico de Proyectos Integrados

La integración reconoce que se va adquiriendo paulatinamente la tecnología, por lo cual, en un período variable de 12 a 18 años, según sea el Caso analizado, coexisten la Situación Actual y la Situación Con Proyecto.

7.1.3 Modelo de Integración de los Programas de Desarrollo

El modelo de desarrollo previsto para las Situaciones Actual y Con Proyecto, que involucra reconocer la existencia de Casos, consideró el crecimiento sistemático de la adopción de tecnología, sobre la base del análisis de las fortalezas y potencialidades de cada uno de ellos. De esta forma, la integración de los diferentes Casos, corresponde a 18 años para los predios de los estratos 1 y 2 (Casos 1 y 2 respectivamente), 15 años para los predios del estrato 3 (Casos 3, 4 y 5) y 12 años para los predios del estrato 4 (Casos 6, 7 y 8).

7.1.4 Adopción de los Programas de Desarrollo

Se ha establecido, a partir de los antecedentes derivados de la encuesta agropecuaria de detalle, que no todo el sistema se siente comprometido con el proyecto. Por este motivo se considera que el 96,1% del sistema adopta el programa si se considera en base al número de predios y el 78% si se considera la superficie total del área de estudio.

7.1.5 Flujos Económicos proyectados

Una vez desarrollados los flujos económicos que caracterizan a las Situaciones Actual y Con Proyecto, y establecida la superficie que representa cada condición a evaluar, se procedió a proyectar los antecedentes unitarios (de cada Caso) a la totalidad del sistema que caracteriza cada Caso, y para cada alternativa en evaluación, logrando de este modo desarrollar los flujos económicos que caracterizan los beneficios netos de cada uno de ellos (Casos Proyectados).

En el Anexo 7.2 “Flujos de Caja Proyectados” se presenta la información proyectada para cada una de las alternativas en análisis.

7.1.6 Proyección de los Flujos de Caja Diferenciales

Para cada uno de los Casos Proyectados (proyección de los Casos al total de predios y superficie que representan), se ha determinado el Beneficio Bruto Diferencial a la Situación Con Proyecto, para lo cual se ha restado la Situación Actual, para todo el horizonte de planeación, lo que refleja el efecto del proyecto en el área de estudio

7.1.7 Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento en Obras Civiles

Los costos de inversión, a valores privados, para las obras civiles que requiere el desarrollo del proyecto en evaluación, se presentan desagregados y detalladas en el Capítulo 6 “Diseño de Drenaje” del presente informe.

Un Resumen de estos costos de inversión, operación y reposición se presenta en los Cuadros N° 7.1 y N° 7.2 a Valores Privados y Sociales, respectivamente.

Cuadro N° 7.1
Inversión en Obras Civiles, Operación y Mantenimiento de las Obras, a Valores Privados

Año	Inversión	Operación y Mantenimiento	Total
0	743.269.332		743.269.332
1 al 30	0	12.072.083	12.072.083
VAN	743.269.332	113.802.494	857.071.826

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.2
Inversión en Obras Civiles, Operación y Mantenición de las Obras, a Valores Sociales

Año	Inversión	Operación y Mantenición	Total
0	752.808.862		752.808.862
1 al 30	0	12.231.075	12.231.075
VAN	752.808.862	98.523.559	851.332.421

Fuente: Elaboración propia.

7.1.8 Resultados Económicos

Una vez determinados los Beneficios Diferenciales esperados para la Situación Con Proyecto, y la Inversión y Operación asociados a las Obras Civiles, se procedió a determinar los indicadores económicos de Valor Actual Neto (VAN), calculados con una tasa de descuento del 10% a Valores Privados, y con una tasa de descuento del 12% a Valores Sociales, según la metodología de MIDEPLAN, además de su Tasa Interna de Retorno (TIR) y a su relación Beneficio/Costo (N/K), definida ésta última como la relación entre los ingresos y egresos (incluida la inversión).

Se presenta un resumen del cálculo de los indicadores económicos VAN, TIR y N/K en el Cuadro N° 7.3 (Resultados económicos, a Valores Privados), y a valores sociales en el Cuadro N° 7.4 (Resultados económicos, a Valores Sociales).

Como se observa, desde el punto de vista económico el proyecto es viable de ser implementado, tanto a valores privados como sociales, ya que los indicadores que lo caracterizan son significativamente importantes, ya sea considerando el VAN por un lado, o considerando la TIR (superior al 15%, límite crítico establecido por MIDEPLAN para este tipo de proyectos) y N/K por el otro (indicador que permite reconocer el potencial generador de beneficio por cada unidad de costo invertida).

Cuadro N° 7.3
Resultados económicos finales, a Valores Privados (\$)

Año	Beneficio Neto Diferencial (\$)	Inversiones en Obras (\$)	Beneficio Neto del Proyecto (\$)	Relación N/K	
				(+)	(-)
0	0	743.269.332	(743.269.332)	0	(743.269.332)
1	(56.590.205)	12.072.083	(68.662.288)	0	(68.662.288)
2	(25.040.408)	12.072.083	(37.112.491)	0	(37.112.491)
3	(38.583.003)	12.072.083	(50.655.086)	0	(50.655.086)
4	(84.213.260)	12.072.083	(96.285.343)	0	(96.285.343)
5	(4.035.173)	12.072.083	(16.107.256)	0	(16.107.256)
6	78.910.185	12.072.083	66.838.102	66.838.102	0
7	95.631.632	12.072.083	83.559.549	83.559.549	0
8	244.827.893	12.072.083	232.755.810	232.755.810	0
9	389.558.510	12.072.083	377.486.427	377.486.427	0
10	659.818.761	12.072.083	647.746.678	647.746.678	0
11	858.677.795	12.072.083	846.605.712	846.605.712	0
12	1.051.638.467	12.072.083	1.039.566.384	1.039.566.384	0
13	999.186.680	12.072.083	987.114.597	987.114.597	0
14	1.105.160.630	12.072.083	1.093.088.547	1.093.088.547	0
15	1.093.201.478	12.072.083	1.081.129.395	1.081.129.395	0
16	1.189.995.060	12.072.083	1.177.922.977	1.177.922.977	0
17	1.288.414.579	12.072.083	1.276.342.496	1.276.342.496	0
18	1.186.776.549	12.072.083	1.174.704.466	1.174.704.466	0
19	1.161.905.512	12.072.083	1.149.833.429	1.149.833.429	0
20	1.196.447.611	12.072.083	1.184.375.528	1.184.375.528	0
21	1.159.600.654	12.072.083	1.147.528.571	1.147.528.571	0
22	1.172.189.764	12.072.083	1.160.117.681	1.160.117.681	0
23	1.296.608.492	12.072.083	1.284.536.409	1.284.536.409	0
24	1.232.821.373	12.072.083	1.220.749.290	1.220.749.290	0
25	1.183.100.889	12.072.083	1.171.028.806	1.171.028.806	0
26	1.003.704.381	12.072.083	991.632.298	991.632.298	0
27	1.162.945.517	12.072.083	1.150.873.434	1.150.873.434	0
28	1.315.590.303	12.072.083	1.303.518.220	1.303.518.220	0
29	1.078.368.497	12.072.083	1.066.296.414	1.066.296.414	0
30	1.130.929.603	12.072.083	1.118.857.520	1.118.857.520	0
VAN	4.116.440.163	857.071.826	3.259.368.338	4.209.552.852	(950.184.514)
TIR	50,27%		21,85%		
N/K			4,43		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.4
Resultados económicos finales, a Valores Sociales (\$)

Año	Beneficio Neto Diferencial (\$)	Inversiones en Obras (\$)	Beneficio Neto Del Proyecto (\$)	Relación N/K	
				(+)	(-)
0	0	752.808.862	(752.808.862)	0	(752.808.862)
1	(58.401.449)	12.231.075	(70.632.524)	0	(70.632.524)
2	(27.104.943)	12.231.075	(39.336.018)	0	(39.336.018)
3	(41.207.047)	12.231.075	(53.438.122)	0	(53.438.122)
4	(86.862.877)	12.231.075	(99.093.952)	0	(99.093.952)
5	(2.709.990)	12.231.075	(14.941.065)	0	(14.941.065)
6	82.491.706	12.231.075	70.260.631	70.260.631	0
7	101.016.325	12.231.075	88.785.250	88.785.250	0
8	257.693.380	12.231.075	245.462.305	245.462.305	0
9	407.136.377	12.231.075	394.905.302	394.905.302	0
10	690.610.383	12.231.075	678.379.308	678.379.308	0
11	894.160.005	12.231.075	881.928.930	881.928.930	0
12	1.097.950.281	12.231.075	1.085.719.206	1.085.719.206	0
13	1.053.947.606	12.231.075	1.041.716.531	1.041.716.531	0
14	1.163.860.292	12.231.075	1.151.629.217	1.151.629.217	0
15	1.151.555.618	12.231.075	1.139.324.543	1.139.324.543	0
16	1.255.636.823	12.231.075	1.243.405.748	1.243.405.748	0
17	1.357.239.263	12.231.075	1.345.008.188	1.345.008.188	0
18	1.257.854.726	12.231.075	1.245.623.651	1.245.623.651	0
19	1.231.884.561	12.231.075	1.219.653.486	1.219.653.486	0
20	1.267.551.446	12.231.075	1.255.320.371	1.255.320.371	0
21	1.232.163.599	12.231.075	1.219.932.524	1.219.932.524	0
22	1.245.183.206	12.231.075	1.232.952.131	1.232.952.131	0
23	1.366.060.878	12.231.075	1.353.829.803	1.353.829.803	0
24	1.305.847.675	12.231.075	1.293.616.600	1.293.616.600	0
25	1.256.133.231	12.231.075	1.243.902.156	1.243.902.156	0
26	1.078.788.789	12.231.075	1.066.557.714	1.066.557.714	0
27	1.237.166.455	12.231.075	1.224.935.380	1.224.935.380	0
28	1.392.366.446	12.231.075	1.380.135.371	1.380.135.371	0
29	1.152.406.108	12.231.075	1.140.175.033	1.140.175.033	0
30	1.206.663.802	12.231.075	1.194.432.727	1.194.432.727	0
VAN	3.204.357.738	851.332.421	2.353.025.317	3.309.747.524	(956.722.208)
TIR	50,38%		22,17%		
N/K			3,46		

Fuente: Elaboración propia.

7.1.9 Análisis de Sensibilidad

La rentabilidad establecida a partir de indicadores económicos, debe ser complementada con un análisis de sensibilidad, en el cual se determine el rango en que uno o más parámetros puedan manifestar contraindicaciones de uso, es decir, se debe detectar aquellos puntos de inflexión de los parámetros analizados, en que la rentabilidad cae mas allá de un valor permitido, lo cual hace al proyecto económicamente inestable.

7.1.9.1 Parámetros Seleccionados para Verificar la Rentabilidad del Proyecto

Atendiendo al ofrecimiento de la propuesta, se ha considerado ejecutar la sensibilización de parámetros relevantes, sobre la base de incremento de los Costos de Inversión en Obras Civiles y Costos Directos de Producción Agropecuarios (10 y 20%), disminución de los Ingresos Brutos Agropecuarios (10 y 20%), variación en la Tasa de Adopción Tecnológica (90 y 80%), variaciones en la Tasa de Descuento empleada (12% y 15%), integración de los diferentes Predios Tipo al programa de desarrollo y efecto de variaciones en los precios de venta (disminución del 10 y 20%) sobre los productos derivados de los rubros frutícola, hortícola y cultivos. En la mayor parte de los casos se calculó el valor del anulante del VAN.

Además se evaluó el efecto de la combinación de los parámetros anteriormente señalados en los indicadores base del proyecto.

7.1.9.2 Análisis de resultados de la evaluación a valores privados

a. Aumento de los Costos en Obras Civiles

Se observa que, a valores privados, el proyecto resulta poco sensible a incrementos del 10 y 20% en los costos de inversión por lo que el VAN base disminuye entre un 2,63 y 5,26%, la TIR disminuye entre un 0,77 y 1,47% y la relación N/K llega a valores de 4,08 y 3,79, en forma respectiva. Sólo al aumentar por sobre un 480,5% los costos de inversión, se logra anular el VAN.

b. Aumento de los Costos Directos de Producción

El proyecto resulta medianamente sensible a incrementos del 10 y 20% en los costos directos de producción. Estas variaciones representan descensos de un 7,42 y 14,84% en relación al VAN base, 0,52 y 1,07% respecto de la TIR.

Sólo al aumentar por sobre un 234,8% los costos directos de producción, se logra anular el VAN.

c. Disminución de los Ingresos Agropecuarios

Se observa que el proyecto resulta más sensible a una disminución del 10 y 20% en los ingresos

agropecuarios que los parámetros anteriormente discutidos. En estas condiciones, los indicadores de VAN caen un 22,02% y 44,05% y la TIR disminuye en 1,68% y 3,67% respectivamente. En este contexto más desfavorable, con una disminución de los ingresos en un 45,4% se logra anular el VAN.

d. Disminución de la Tasa de Adopción

El proyecto resulta sensible a descensos entre 10 y 20% en la tasa de adopción de los programas de desarrollo, por lo que se produce una disminución del 12,63 y 25,26% con relación al VAN base, mientras que la TIR presenta una variación de 0,05 puntos menos. Con una incorporación del 20,8% se logra anular el VAN.

e. Aumento en la Tasa de Descuento

El incremento en la tasa de descuento significa caídas en el VAN resultante, las cuales alcanzan el 32,55 y 64,67%, a tasas del 12 y 15% respectivamente. Aumentando la tasa de descuento del 21,9%, se obtienen resultados de VAN igual a cero.

f. No Integración de los Casos

Los descensos de los indicadores económicos más significativos, se dan por la no incorporación de los Casos 6, 7 y 8. Al no incorporar los Casos 6 y 7 se genera un descenso del VAN del proyecto, entre un 20,97 y 27,50% menor que en la situación base, mientras que la TIR presenta una caída de un 1,59 y 1,95% respectivamente.

El descenso del VAN del proyecto más significativo, se produce por la no incorporación del Caso 8, con un 45,99% menor que en la situación base, mientras que la TIR presenta una caída de un 3,86%.

g. Disminución en los Precios de Comercialización de los Productos Agropecuarios

La modificación de los precios de comercialización tiene efectos distintos y contrapuestos dependiendo del rubro analizado.

La disminución del precio de la aceituna de mesa, aceituna de cocktail, otros frutales y hortalizas y flores, es poco significativo en la pérdida de VAN, mientras que el precio del aceite de oliva incide en mayor medida, ya que con descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye en un 18,02% y 34,90%. Con una disminución de los precios en un 67,9% el VAN se anula y la TIR presenta un valor de 10%.

h. Escenario Pesimista

Considerando la variación simultánea de los parámetros señalados anteriormente, +/- 10% para costos civiles, ingresos, costos directos y tasa de adopción; tasa de descuento de un 12% y una

disminución de los precios de un 10,0%, se espera que esta alternativa exprese una disminución de un 80,48% en el VAN, con una TIR de 15,72% y una relación N/K de 1,64.

7.1.9.3 Análisis de Resultados de la Evaluación a Valores Sociales

a. Aumento de los Costos en Obras Civiles

Se observa que, a valores sociales, el proyecto resulta poco sensible a incrementos del 10 y 20% en los costos de inversión, pero en mayor medida que en el análisis a precios privados. Los incrementos citados hacen disminuir el indicador base con variaciones de un 3,62 y 7,24% en relación al VAN de referencia y en un 0,77 y 1,47% respecto a la TIR. Por otra parte, la relación N/K disminuye a valores de 3,19 a 2,96 en forma respectiva.

Al aumentar por sobre un 376,5% los costos de inversión, se logra anular el VAN.

b. Aumento de los Costos Directos de Producción

El proyecto resulta medianamente sensible a incrementos del 10 y 20% en los costos directos de producción. Estas variaciones representan descensos de un 6,92 a 13,84% con relación al VAN base y entre 0,45% a 0,92% respecto de la TIR. Al aumentar por sobre un 244,5% los costos directos de producción, se logra anular el VAN.

c. Disminución de los Ingresos Agropecuarios

Disminuyendo los ingresos en un 10 y 20%, los indicadores de VAN caen un 24,74% a 45,47%, la TIR cae entre un 1,60% y 3,47% y con una disminución de los ingresos del 44,0% se anula el VAN.

d. Disminución de la Tasa de Adopción

El descenso de las tasas de adopción entre un 10 y 20%, representa una disminución del VAN entre un 13,62 y 27,24% con relación al indicador base. Respecto a la TIR, se mantienen entre un 21,31 y 20,36%. Con una incorporación del 26,6% se logra anular el VAN.

e. Aumento en la Tasa de Descuento

El incremento en la tasa de descuento significa caídas en el VAN resultante, del orden de 47,0 y 76,09%, a tasas del 15 y 18% respectivamente. Con una tasa de descuento del 22,17%, se obtienen resultados de VAN igual a cero.

f. No Integración de los Casos

Los descensos de los indicadores económicos más significativos, se dan por la no incorporación de los Casos 6, 7 y 8. Al no incorporar los Casos 6 y 7 se genera un descenso del VAN del

proyecto, entre un 22,25 y 28,75% menor que en la situación base, mientras que la TIR presenta una caída de un 1,54 y 1,84% respectivamente.

El descenso del VAN del proyecto más significativo, se produce por la no incorporación del Caso 8, con un 50,99% menor que en la situación base, mientras que la TIR presenta una caída de un 3,98%.

g. Disminución en los Precios de Comercialización de los Productos Agropecuarios

La disminución del precio de la aceituna de mesa, aceituna de cocktail, otros frutales y hortalizas y flores, es poco significativo en la pérdida de VAN, mientras que el precio del aceite de oliva incide en mayor medida, ya que con descensos de un 10% y 20%, el VAN disminuye en un 18,73 y 36,29%. Con una disminución de los precios en un 64,5% el VAN se anula y la TIR presenta un valor de 12%.

h. Escenario Pesimista

Considerando la variación simultánea de los parámetros señalados anteriormente, +/- 10% para costos civiles, ingresos, costos directos y tasa de adopción; tasa de descuento de un 12% y una disminución de los precios de un 10,0%, se espera que esta alternativa para el análisis social, exprese una disminución de un 92% en el VAN, con una TIR de 16,35% y una relación N/K de 1,19.

7.1.9.4 Conclusiones

A partir del análisis de sensibilidad, tanto a valores privados como sociales, se concluye que:

- a. De los parámetros de sensibilización, los más críticos resultaron ser los ingresos agropecuarios, la tasa de descuento y la integración de Casos (principalmente la no incorporación del Caso 8).
- b. La sensibilización de los parámetros anteriores permiten señalar que el proyecto posee una buena rentabilidad y solamente la disminución en los precios de algunos rubros o el aumento simultáneo de ellos anulan el VAN.
- c. El proyecto en general, al variar los parámetros de sensibilización, arroja una rentabilidad aún positiva, lo que implica que el proyecto es viable y factible de implementar.

7.2 Evaluación Financiera

Se ha desarrollado un estado de resultados que considera la información relevante que permite caracterizar financieramente a cada uno de los Casos reconocidos.

El estado de resultados a desarrollado consideró la información relevante que permite caracterizar financieramente a cada uno de los Casos reales seleccionados, para lo cual se ha conceptualizado y valorado las variables que se presentan en el Cuadro N° 7.5, mientras que en el Cuadro N° 7.6 se presenta la conceptualización de los capitales requeridos para la desarrollar la inversión intra y extrapredial, así como también los requerimiento anuales de operación.

Cuadro N° 7.5 Conceptualización del Estado de Resultados

1	Flujo Beneficio Neto de la Situación con Proyecto (Ingresos - Costos)
	Ingresos (+)
	+ Ingresos por Ventas
	Egresos (-)
	- Costos Directos
	- Costos Indirectos
	- Costo Operación y Mantenición del Sistema de Drenaje
2	Depreciación de Bienes Incorporados por el Proyecto (-)
3	Utilidad Operacional
4	Ingreso No Operacional
5	Costo No Operacional
	- Interés por Capital de Trabajo (UF + 7,8%)
	- Interés por Inversiones Intraprediales (UF + 7,8%)
	- Interés por Obras Extraprediales (UF + 4,5%)
6	Utilidad No Operacional
7	Valor Residual (-)
8	Valor antes de Impuesto
9	Impuesto
10	Utilidad Neta después de Impuesto
11	Depreciación de Bienes (+)
12	Valor Residual (+)
13	Ingreso Neto

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N° 7.6 Conceptualización de los Requerimientos y Generación de Capitales

1	Capital de Trabajo (+)
2	Requerimiento de Capital de Trabajo (-)
3	Requerimiento Neto de Capital de Trabajo
4	Capital de Inversión y Obras Civiles (+)
5	Capital para Riego y Obras Intraprediales (-)
6	Capital para Obras Extraprediales (-)
7	Requerimiento Neto de Capital para Inversiones
FLUJO DE CAJA NETO	
VALOR PRESENTE NETO	

Fuente: Elaboración propia.

Los esquemas conceptuales se discuten a continuación, presentándose desagregados por Caso, en el Anexo 7.3 “Evaluación Financiera”.

7.2.1 Requerimientos de Capital

Los requerimientos de Capital de Trabajo se han conceptualizado como equivalentes al 40% de los egresos que afectan al Flujo de Beneficio Neto, para todas las situaciones evaluadas.

En el caso de los requerimientos de Capital para el Pago de las Obras Civiles que se evalúan, los antecedentes se han derivado de los costos civiles y de una propuesta de pago realizada por el Consultor, sobre la base de una subvención diferenciada (propuesta por el Consultor) por tamaño predial y que se presenta en el Cuadro N° 7.7 “Caracterización de la Propuesta de Cuota de Pago de la Inversión de Obras (\$)”

Cuadro N° 7.7
Caracterización de la Propuesta de Cuota de Pago de la Inversión de Obras (\$)

Caso	Superficie	N° predios	Costo inversión \$/ha/año		Subsidio (%)
			no subsid.	subsidiada	
1	64,15	60	68.897	27.559	60%
2	141,90	53	68.897	34.448	50%
3	87,82	13	68.897	41.338	40%
4	87,82	13	68.897	41.338	40%
5	20,27	3	68.897	41.338	40%
6	94,05	5	68.897	48.228	30%
7	124,27	2	68.897	48.228	30%
8	184,53	5	68.897	48.228	30%
TOTAL	804,805	154	68.897	34.135	50,45%
Desglose del cálculo del costo unitario					
Costo de inversión total (\$)					743.269.332
Superficie de riego (ha)					804.805
Costo unitario por hectárea (\$/ha) (momento cero)					923.540
Años de gracia					4
Años de servicio de la deuda					25
Tasa de descuento (%)					4,50%
Costo unitario anual (\$/ha)			con gracia		68.897
			subsidiado		34.761
			sin gracia		62.283
desglose de la cuota					
		sin interés	intereses		total
parcial		43.978	24.919		68.897
Total		1.099.452	622.963		1.722.415
Cuota de Pago Propuesta					
		Caso			
		1	2	3	4
año 1 al 4 (interés)		9.967	12.459	14.951	14.951
año 5 al 25 (cuota)		17.591	21.989	26.387	26.387
interés Obras		11.951	31.385	106.616	83.666
Capital para Obras		33.043	86.775	294.781	231.327
Cuota de Pago Propuesta					
		Caso			
		5	6	7	8
año 1 al 4 (interés)		14.951	17.443	17.443	17.443
año 5 al 25 (cuota)		26.387	30.785	30.785	30.785
interés Obras		154.624	418.299	1.392.733	505.532
Capital para Obras		427.517	1.156.546	3.850.733	1.397.733

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 Flujo de Caja Neto

Finalmente, reconocidos los Ingresos Netos del sistema y los requerimientos de Capital de Trabajo e Inversiones, se ha procedido a calcular el Flujo de Caja Neto que caracteriza a cada Predio Tipo, evaluándose el Valor Presente Neto y el VAN resultante, al considerar una tasa promedio de captación bancaria (informadas por el Banco Central) de aproximadamente 5,24 %, para el período evaluado.

7.2.3 Conclusiones

Se concluye que los Flujos de Caja Netos resultantes para las alternativas evaluadas, y por ende la Capacidad de Pago, es positiva para la mayoría de los Casos analizados durante todo el período de evaluación, independiente de años asociados a los requerimientos de inversión.

Como conclusión general, y atendiendo exclusivamente al punto de vista financiero, no existen inconvenientes para que la generalidad de los agricultores se incorporen al proyecto, de acuerdo al esquema analizado.

7.3 Mano de Obra

La evaluación de la demanda de mano de obra agrícola a partir del patrón productivo determinado para las Situaciones Actual Normalizada y Con Proyecto, tiene como objetivo identificar el período de mayor requerimiento de jornales para ser comparados con la proyección poblacional del área de estudio. De este modo es posible conocer si existe o existirá déficit de mano de obra para satisfacer las necesidades de trabajo que genera la producción agrícola.

7.3.1 Demanda de Mano de Obra Agrícola

La mano de obra total demandada al interior del área del proyecto, se caracterizó a partir de antecedentes técnicos recopilados en terreno y procesados de acuerdo a las Fichas Técnicas Actual y Con Proyecto.

Los empleos permanentes se han evaluado sobre 270 JH potenciales/año, mientras que los temporales se han caracterizado sobre 93 JH/año, al existir un promedio de 4 meses de trabajo temporal en el sector.

7.3.1.1 Demanda de Mano de Obra Agrícola en Situación Actual Normalizada

La demanda total anual de mano de obra asciende a 48.598,0 JH equivalentes a 443 personas. De este total 37.108,2 JH corresponden a mano de obra temporal y 11.489,7 JH a mano de obra permanente, lo que equivale a 399 trabajadores temporales y a 42,6 trabajadores de carácter permanente, en forma respectiva.

La mayor demanda de mano de obra del sistema ocurre entre los meses de junio y septiembre, en los cuales se presenta aproximadamente un 79,9% de los requerimientos de mano de obra anual. El mes de agosto presenta la mayor demanda de mano de obra anual, con un 23,8% de los requerimientos totales.

Los frutales representan el rubro con mayor requerimiento de mano de obra, con un total anual de 43.894,2 JH lo que significa que este rubro está demandando un 98,8% del total de la mano de obra actual del sistema.

7.3.1.2 Demanda de Mano de Obra en Situación con Proyecto

a. Mano de Obra Agrícola

La demanda total anual de mano de obra asciende a las 142.707,8 JH equivalentes a 1.350,9 personas. De este total 116.664,1 JH corresponden a mano de obra temporal y 26.043,7 JH a mano de obra permanente, lo que equivale a 1.254,5 trabajadores temporales y a 96,5 trabajadores de carácter permanente, en forma respectiva.

La mayor demanda de mano de obra ocurre entre los meses de junio y septiembre, meses en los cuales se presenta aproximadamente un 79,1% de los requerimientos de mano de obra anual. El mes de agosto presenta la mayor demanda de mano de obra anual, con un 21,6% de los requerimientos totales.

Los frutales siguen representando el mayor requerimiento de mano de obra, con un total anual de 125.869,6 JH lo que significa que este rubro está demandando un 91,6% del total.

b. Mano de Obra Red de Drenaje

Para la operación y mantención de la red de drenaje propuesta en la Situación Con Proyecto, se estimó necesaria la participación permanente 4 de personas

c. Demanda Total de Mano de Obra en Situación Con Proyecto

El sistema, en una Situación Con Proyecto, demandará un total anual de 1.355 personas, de las cuales 1.351 corresponden a las demandadas por la agricultura y 4 personas en total para la operación y mantención de la red de drenaje.

7.3.2 Oferta de Mano de Obra

De acuerdo a lo señalado en el Capítulo 3 del presente estudio, en base a la fuerza de trabajo presente en el área, se tiene que existe un total de 2.599 y 1.461 personas en la categoría de económicamente activa para las comunas de Huasco y Freirina, respectivamente (INE).

Para el año 2019 (año de estabilización del proyecto) se estima una población total para las comunas de Huasco y Freirina de 14.030 personas, de las cuales 4.467 de ellas corresponderían a población económicamente activa.

7.3.3 Balance de Mano de Obra

Para la Situación Actual Normalizada, el sistema demanda un total anual de 443 personas, por lo que de acuerdo a las proyecciones realizadas, no se presenta déficit de mano de obra.

En Situación Con Proyecto, el sistema crece en su demanda de mano de obra, por lo que el total anual es de 1.355 personas. En este contexto, tampoco se espera que exista déficit de personas para desarrollar las labores que demanda el proyecto agrícola propuesto.

7.3.4 Conclusiones

De acuerdo a lo expuesto en los puntos anteriores, se puede concluir que:

7.3.4.1 Situación Actual Normalizada

- De acuerdo a la población proyectada, no existe déficit de mano de obra en la actualidad para una demanda total de 443 personas.
- Los mayores requerimientos de mano de obra en Situación Actual Normalizada, se producen entre los meses de junio y septiembre con un 79,7% del total anual.
- Los frutales, principalmente el olivo, representan el rubro con la mayor demanda de mano de obra, con el 98,5% del total anual del sistema.

7.3.4.2 Situación Con Proyecto

- Se estima que no existiría déficit de mano de obra para una demanda total de 1.355 personas.
- Los mayores requerimientos de mano de obra en, se producen entre los meses de junio y septiembre con un 79,1% del total anual.
- Dentro de los frutales, el olivo sigue siendo el dominante y el rubro en general presenta la mayor demanda de mano de obra, con el 91,6% del total anual del sistema.

CAPÍTULO 8

ORGANIZACIÓN DE USUARIOS EN COMUNIDAD DE DRENANTES

8.1 Introducción

De acuerdo a uno de los principales objetivos de la presente Consultoría, contar con una metodología de trabajo para la constitución de la Comunidad de Drenantes que acompañará el proceso de estudio, ejecución y operación de las obras propuestas, se presenta este capítulo con el fin, por una parte, de describir el contexto en el cual están insertos los programas y leyes relacionadas con las organizaciones de regantes y, por otra parte, de desarrollar un programa adecuado para la zona de estudio que permita organizar a los usuarios de las obras de drenaje.

- Se pretende, en términos generales, que la transformación que implica el proyecto “Estudio y Propuesta de Recuperación de Suelos con Mal Drenaje en el Sector Bajo del Huasco” dentro del área agrícola de la zona de proyecto, permita a los agricultores alcanzar niveles de competitividad adecuados que posibiliten su incorporación a los mercados agrícolas que se desarrollan actualmente en el país.
- Los estudios y metodologías de riego propuestas en el proyecto son vitales, ya que colaboran con la información, capacitación y difusión de materias técnicas y legales relacionadas con el riego, lo que tiene como finalidad mejorar la gestión de los recursos hídricos y fortalecer las organizaciones de usuarios de aguas.
- La creación de metodologías para formar comunidades de drenantes, toma importancia en función a las actuales bases del Código de Agua (1981) vigente en el país, ya que gran parte de los agricultores, especialmente los pequeños agricultores, quedan mayormente marginados frente a la opción de reasignación de los recursos hídricos, tanto por falta de recursos económicos como de información.
- Es importante, en base a los antecedentes generales que se presentarán a continuación, aclarar conceptos básicos en torno al proceso que involucra el recurso agua en los sistemas de riego extraprediales en nuestro país, y visualizar la problemática global que enfrentan los regantes con la legislación vigente, particularmente los pequeños agricultores, de manera de poder elaborar un plan organizacional de características adecuadas y particulares a los regantes del área de estudio.

8.2 Antecedentes Generales

Actualmente, la importancia de las organizaciones de regantes y usuarios de aguas, nace de la problemática que existe en el mundo frente a la escasez del agua y sus consecuencias.

A nivel mundial, el problema de escasez y contaminación del agua son cada vez mayores, considerando que, según datos de la FAO (1994), en 1990 existían más de 335 millones de personas que vivían en países con niveles deficitarios de agua ($<1.700 \text{ m}^3$ de agua por persona al año), de los cuales 230 millones, correspondientes a 26 países, vivían con escasez aguda de agua ($<1.000 \text{ m}^3$ de agua por persona al año).

Por otra parte, el uso de agua en las distintas áreas de la vida, crea el sentido de aprovechar las aguas de manera responsable. En Chile, cada chileno utiliza unos 4.000 L/s de agua para regar y unos 900 L se reparten equitativamente entre la producción industrial, minería y uso doméstico. De este modo, el recurso agua tiene una notable importancia en los sectores de la agricultura, acuicultura, diferentes tipos de industrias, minería, turismo, hidroelectricidad, en las fuentes laborales, etc. (Peña, 2002).

En este sentido, en el área de la agricultura, se crea la necesidad de aprovechar adecuadamente las aguas de riego, por lo que surgen los sistemas de organización de los regantes y usuarios de aguas, quienes deben tener como objetivo primordial la optimización de la eficiencia en su uso.

8.3 Normas Jurídicas Generales y Antecedentes Básicos

8.3.1 Reseña Histórica de la Legislación de Aguas Terrestres en Chile

El régimen jurídico de las aguas siempre ha estado ligado con el régimen jurídico de la tierra. Desde los tiempos de la colonización, las tierras, y por lo tanto las aguas, eran de la Corona Española quien entregaba a los particulares una concesión llamada merced.

En el período de la Independencia, las mercedes de tierras pasan a ser dominio absoluto e individual de los beneficiarios. De esta manera, pocas personas quedan como propietarios de grandes extensiones de tierra. Junto con esto, el sistema de los cauces naturales comenzó a regularse de acuerdo al Derecho Español.

Más tarde, en 1855, el Código Civil establece el concepto de dominio de la tierra, como uso, goce y disposición, por lo que se le da un carácter de bien económico determinado y transable.

En 1908 se dictó la Ley N° 2.139 se creó la Asociación de Canalistas, con el objetivo de aclarar la naturaleza jurídica de las aguas y regular algunos problemas relativos a aprovechamientos comunes.

La Constitución de 1925 deja establecido un concepto de “tierra-persona” del cual aparece la Ley N° 9.909 de 1951, considerada como el primer Código de Aguas. Este concepto empieza a modificarse hasta 1967, cuando se dicta la Ley de Reforma Agraria, la cual introduce el concepto de “función social de la propiedad” provocando cambios hasta 1973 e importantes modificaciones al Código de Aguas de 1951. Este nuevo concepto adoptado entre 1951 y 1973,

establece que “todas las aguas son bienes nacionales de uso público” y los dueños seguirán usándola en calidad de “titulares de un derecho de aprovechamiento”.

En 1980, con la promulgación de la Constitución Política, el Código de Aguas (1981) que rige actualmente y la derogación de la Reforma Agraria, se modifica nuevamente el sistema de régimen jurídico de las aguas. Se mantiene la idea que las aguas son bienes nacionales de uso público y los particulares tienen derechos de aprovechamiento sobre ellas, sin embargo, estos derechos es considerado ahora como una propiedad sobre este derecho por acto de administración, con los elementos de dominio: uso, goce y disposición.

Este derecho, que rige actualmente, está garantizado por el Artículo 19 N° 24 de la Constitución Política del Estado, pero no es un derecho absoluto, sino que corresponde a la Ley determinar las limitaciones y obligaciones que corresponda.

De esta manera, comienza a crearse un “mercado del agua”, donde el titular de un derecho de aprovechamiento debe inscribirlo en un registro con el objeto de poder garantizarlo en el mercado como un bien económico más.

8.3.2 El Medio Ambiente y el Recurso Hídrico

De acuerdo con la responsabilidad del Estado de determinar las limitaciones y obligaciones en el uso del agua, rige la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, que regula a través de la Ley N° 19.300 (1994) el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación, preservar la naturaleza y conservar el patrimonio ambiental.

Dentro de la legislación ambiental, se establece que el agua es uno de los recursos naturales que conforma el medio ambiente y, por lo tanto, condiciona la existencia y desarrollo de la vida, de tal forma que se debe prevenir y controlar su deterioro.

8.3.3 Código de Aguas

El Código de Aguas es el documento legal vigente, oficializado por el Decreto con Fuerza de Ley N° 1.122, del 29 de Octubre de 1981, que entrega las normas necesarias para mejorar la eficiencia del uso del recurso agua a través de las organizaciones de usuarios. Por esta razón, es muy importante que tanto los profesionales, técnicos y usuarios relacionados con el recurso hídrico tengan conocimiento de las normas establecidas y, por lo tanto, las herramientas básicas para lograr un óptimo funcionamiento de estas.

Fundamentalmente, las normas del Código de Aguas se refieren a los derechos de aprovechamiento de aguas (separados de la tierra), las Comunidades de Aguas, Asociaciones de Canalistas y Juntas de Vigilancia, como organizaciones de usuarios de aguas, y establece las condiciones para la construcción de ciertas obras hidráulicas y las funciones de la Dirección General de Aguas.

8.3.4 Dominio de las Aguas

Según lo establece el actual Código de Aguas y como se mencionó anteriormente, “Las aguas son bienes nacionales de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas...” (Art. 5). Por lo tanto, todas las aguas terrestres ubicadas dentro del territorio chileno son susceptibles de dominio, siendo el único titular de este derecho el Estado.

Según esto, el Estado este tiene la facultad de dar derechos de propiedad a los usuarios particulares, lo que consiste en el uso y goce de las aguas en conformidad a las reglas que establece el Código de Aguas.

8.3.4.1 Derecho de Aprovechamiento de Aguas

La constitución de un derecho de aprovechamiento de aguas significa un derecho de tipo originario, es decir que solamente se puede adquirir a través de un acto de autoridad, o sea, mediante un procedimiento legal, técnico y administrativo ante el Estado.

El organismo estatal que lo otorga es la Dirección General de Aguas, quien entrega derechos de ejercicio de tipo permanente y eventual. El primero de ellos se entregan cuando las fuentes de abastecimiento no están agotadas, mientras que los eventuales se facultan en los casos en que el agua corresponde a un sobrante de un caudal matriz después de haber abastecidos los derechos de ejercicio permanente. Las aguas embalsadas no son objeto de derechos de ejercicio eventual.

Una vez constituidos los derechos de aprovechamiento de aguas por acto de autoridad frente a la DGA, la posesión de estos se adquiere por la correspondiente inscripción en el Registro de propiedad de Aguas del Conservador de Bienes Raíces.

8.3.4.1.1 Distribución de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas

Los derechos de aprovechamiento de aguas de los usuarios de cada fuente de agua se expresan como un porcentaje del total de aguas que escurren o se extraen de dicha fuente.

La suma de todos los derechos determina el caudal total nominal existente, la que debe quedar expresada en términos de volumen por unidad de tiempo, comúnmente, litros por segundo (L/s).

En el caso de los recursos superficiales, lo anterior se hace extensivo a las bocatomas de cada canal principal, así como a cada uno de sus canales derivados. Sin embargo, los recursos hídricos de los cauces son variables y dependen de su régimen hidrológico, lo que determina la variación de la disponibilidad de aguas frente a la relación de derechos de aprovechamiento.

Dado que tradicionalmente las aguas en Chile están entregadas en acciones o regadores, y no queda clara la proporcionalidad que debe ser aplicada a cada usuario en términos de volumen por unidad de tiempo, resulta imprescindible disponer de métodos de medición que permitan verificar

la cantidad de agua que debe llegar a cada usuario conforme a derecho, tanto a nivel de organizaciones de usuarios como individualmente.

De ahí que sea de vital importancia la participación efectiva de cada usuario en las organizaciones existentes, tanto de hecho como de derecho, lo que permitirá perfeccionar la distribución de las aguas, cualquiera que sea la fuente de abastecimiento.

La cantidad de agua disponible en la fuente, por acuerdo, se distribuye en un determinado número de acciones. La equivalencia de la acción en unidad de volumen por unidad de tiempo es variable durante la temporada de riego y depende del caudal disponible a la entrada de la fuente.

8.3.4.1.2 Proceso de Adquisición de Derechos de Agua por Sucesión

La adquisición de los derechos de aprovechamiento de aguas por medio de la sucesión, ocurre por causa de muerte del propietario, quien transmite sus derechos a sus herederos.

Esta transmisión de derechos otorga a los herederos la posesión legal del derecho de aprovechamiento de aguas, por lo que pueden usarlo y actuar en las organizaciones de usuarios.

Este procedimiento se rige por el Código de Aguas, Artículo N° 114, N° 6, donde se indica que si los derechos están inscritos, es obligación practicar la inscripción de la posesión efectiva, la inscripción del testamento, si lo hay, la inscripción especial de herencia y la inscripción de la adjudicación del derecho.

En caso que los derechos no estén inscritos, los herederos serán los titulares del derecho de aprovechamiento de aguas, y deberán proceder a la regularización de la inscripción.

8.3.4.1.3 Proceso de Adquisición de Derechos de Agua por Tradición

Tradición se refiere a la entrega o traspaso, real o simbólico, de un derecho, en razón de una compraventa u otro acto jurídico.

Cuando los derechos ya están inscritos, este tipo de traspaso se hace mediante la inscripción del título o documento en que se acuerda la transferencia de dominio, al igual que si se tratara de cualquier otro bien.

En el caso en que los derechos no están inscritos, el nuevo titular adquiere la posesión al existir un título que le transfiera el dominio (contrato o donación). Igualmente, en este caso se debe regularizar el derecho para su inscripción.

8.3.4.1.4 Proceso de Adquisición de Derechos de Agua en Forma Originaria

El proceso de adquisición de derechos de agua en forma originaria demora alrededor de 10 meses e involucra, a grandes rasgos, cuatro etapas:

- Etapa 1* Preparación de expediente y presentación de la solicitud a la Dirección General de Aguas
- Etapa 2* Publicaciones y respuestas a eventuales oposiciones
- Etapa 3* *Informe técnico de la Dirección General de Aguas*
- Etapa 4* Reducción a escritura pública e inscripción en el Conservador de Bienes Raíces

Las solicitudes son dirigidas al Director General de Aguas en las oficinas de parte de la Dirección General de Aguas de la provincia en que se encuentra ubicado el punto de captación de las aguas que se desean aprovechar.

8.3.4.1.5 Proceso de Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas

Existen tres tipos de regularización de los derechos de aprovechamiento que se realizan en la dirección general de Aguas. Estos son:

- a. Derechos de aprovechamiento de aguas que alguna vez estuvieron inscritos o su existencia consta en alguna organización de usuarios
- b. Derechos de aprovechamiento de aguas extraídas individualmente de fuentes naturales y derechos que no están inscritos o lo están a nombre de una persona distinta de la que realmente los utiliza y actúa como dueño
- c. Derechos de aprovechamiento de aguas en predios expropiados y parcelas asignadas por la Reforma Agraria

El procedimiento para la regularización de derechos de aprovechamiento de aguas sigue la misma estructura que la indicada para la solicitud de derechos de aprovechamiento de aguas. Sin embargo, difiere en el tipo de antecedentes que se deben presentar en la solicitud de regularización en cada uno de los tres casos, así como también en algunos requisitos indispensables exigidos (DGA, 2002).

8.3.4.1.6 Proceso de Traslado del Ejercicio de Aprovechamiento de Aguas

Según se mencionó anteriormente, el ejercicio de un derecho de aprovechamiento de aguas puede trasladarse de un punto de extracción a otro, procedimiento que, según se establece en el Artículo N° 163 del Código de Aguas, deberá efectuarse mediante la autorización de la Dirección General de Aguas.

El traslado del ejercicio de este derecho, corresponde el llevar a cambiar el derecho de un lugar a otro, es decir, que las aguas que se captaban desde un punto, pasan a aprovecharse desde otro, debiendo necesariamente abandonarse el anterior.

8.3.4.1.7 Otros Procedimientos Legales Relacionados con los Derechos de Aprovechamiento de Aguas

- Hipoteca del Derecho de Aprovechamiento de Aguas
- Construcción o Modificación de Obras
- Cambio del Punto de Captación de Aguas Subterráneas

8.4 Organizaciones de Usuarios de Aguas

Las organizaciones de usuarios de aguas son entidades que se encargan de:

- Administrar las fuentes de agua y las obras a través de las cuales éstas son extraídas, captadas y/o conducidas
- Construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para el aprovechamiento y beneficio común
- Distribución de las aguas de cauces naturales o canales matrices entre los titulares de los derechos
- Resolver conflictos entre sus miembros y entre éstos y la organización

Se destaca que las actividades de las organizaciones de usuarios tienen distintos objetivos a los de las comunidades de drenaje, las cuales son una excepción, ya que el objetivo de estas es el de mantener, operar y reponer las obras de drenaje, administrar los costos que esto implica y conducir adecuadamente estas aguas y sus excesos a una fuente natural u otra, sin perjudicar a terceros.

Las organizaciones de usuarios de aguas pueden o no tener personalidad jurídica y su actividad esta reglamentada por el Código de Aguas. En este Código se establece que “si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal o embalse, o usan en común la misma obra de captación de aguas subterráneas, podrán reglamentar la comunidad que existe como consecuencia de este hecho, constituirse en Asociaciones de Canalistas o en cualquiera sociedad, con el objeto de tomar las aguas del canal matriz, repartirlas entre los titulares de derechos, construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para su aprovechamiento. En el caso de cauces naturales podrán organizarse como Junta de Vigilancia”.

Según el Código de Aguas, aunque permite asociaciones de cualquier tipo, establece principalmente cuatro tipos de organizaciones de usuarios de aguas. Tres de estas se integran por titulares de derechos de aprovechamiento de aguas y corresponden a:

- Comunidades de Aguas
- Juntas de Vigilancia
- Asociaciones de Canalistas

El caso en que los beneficiarios no necesariamente son titulares de derechos de aprovechamiento de aguas o usuarios del agua, y corresponde a:

- Comunidades de Drenaje

Cabe destacar que las organizaciones de usuarios están automáticamente formadas desde el momento en que existen dos o más personas que tienen derechos de aprovechamiento de aguas de un mismo canal o embalse, o usan en conjunto la misma captación de aguas subterráneas. Desde ese momento pasan denominarse “comunidad de hecho” o “comunidad no organizada”.

8.4.1 Comunidades de Aguas

La Comunidad de Aguas es una organización de usuarios que distribuye el recurso de acuerdo a los derechos de aprovechamiento que poseen los usuarios en cada una de las obras que les son comunes. El funcionamiento de la Comunidad de Aguas debe ser equitativo y respetuoso respecto a todos los integrantes actuando de acuerdo a los derechos de aprovechamiento legalmente establecidos de cada uno de ellos (INDAP, 1998).

Las Comunidades de Aguas se clasifican en Comunidades No Organizadas o Comunidades de Hecho y Comunidades Organizadas (legalmente establecidas siguiendo la normativa vigente).

8.4.2 Asociaciones de Canalistas

Las Asociaciones de Canalistas son organizaciones de regantes con personalidad jurídica que tienen como objetivo repartir el agua entre sus miembros de acuerdo a lo que le corresponde a cada uno según sus derechos de aprovechamiento. Estas organizaciones, por lo general, tienen buena información sobre el agua que corresponde a cada cual, ya que tienen toda la historia del uso del agua.

La constitución de la Asociación y la determinación de sus estatutos se hace por escritura pública firmada por todos los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas que usan en común la misma obra de captación o el mismo canal o embalse (INDAP, 1998).

8.4.3 Juntas de Vigilancia

Las Juntas de Vigilancia son organizaciones constituidas por personas naturales o jurídicas que aprovechan aguas de cauces naturales de una misma cuenca u hoyo hidrográfica.

El objetivo de este tipo de organización es administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en los cauces naturales, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común.

Además, podrán construir nuevas obras relacionadas con su objetivo o mejorar las existentes, con autorización de la Dirección General de Aguas (Código de Aguas, 1981).

Entre otras labores que cumple la Junta de Vigilancia y su Directorio, se destacan, vigilar que la captación de aguas se haga por medio de obras adecuadas, declarar escasez de las aguas del cauce natural que administre y mantener al día la matrícula de los canales.

Según el Código de Aguas, se establece que el total de los derechos de aprovechamiento constituidos en la Junta de Vigilancia, se dividen en acciones, las cuales son distribuidas entre los interesados en proporción a sus derechos (Código de Aguas, 1981).

8.4.4 Comunidades de Obras de Drenaje

Las Comunidades de Obras de Drenaje corresponden a un grupo de personas, dos o más, que aprovechan obras de drenaje o desagüe en beneficio común.

El objetivo de estas organizaciones es la mantención, operación y reposición de las obras de drenaje, así como también enfrentar los costos que esto implica.

Los drenajes o sistemas de drenajes son todos los cauces naturales o artificiales que son colectores de aguas que se extraen con el objeto de recuperar terrenos que se inundan periódicamente, desecar terrenos pantanosos o vegosos y deprimir niveles freáticos cercanos a la superficie.

Las Comunidades de Obras de Drenaje se pueden organizar de la misma forma que las Comunidades de Aguas, esto es, extrajudicialmente, mediante escritura pública suscrita por todas las personas beneficiarias de la obra de drenaje y otra judicial. Esta última requiere un acto jurídico y administrativo complejo, que comprende desde la revisión técnica y jurídica de los antecedentes presentados, hasta su anotación en el Libro Registro de Comunidades de Obras de Drenaje (DGA, 1999). El proceso judicial se hace ante un juez de la comuna en que se encuentre ubicado cualquiera de los predios del desagüe.

Los beneficiarios de los sistemas de drenaje corresponden a las personas que los utilizan para desaguar sus propiedades y quienes aprovechan las aguas provenientes del mismo. Estas mismas personas, como integrantes de la Comunidad de Obras de Drenaje, son los responsables obligatorios de mantener los cauces u obras que constituyen el sistema de drenaje, acorde con lo establecido por la Ley (Código de Aguas, 1981).

Por otra parte, los beneficiarios de este tipo de organización tienen derecho a un voto por cada hectárea que posean afectas a este sistema, salvo que ellos mismos acuerden otra cosa.

La Comunidad de Obras de Drenaje es administrada por un Directorio nombrado por la Junta General de Comuneros (comuneros con derecho a voto), el cual tendrá los deberes y atribuciones

que determinan los Estatutos. Sin embargo, siempre es la Junta General de Comuneros la primera autoridad y el órgano base.

8.5 Constitución Actual de las Organizaciones de Usuarios en el Área de Estudio

Actualmente, en la zona de estudio existen organizaciones de tipo legal y de hecho. Entre estas están:

- Junta de Vigilancia Provisional del Río Huasco. La actual organización, legalmente constituida, y equivalente a la Junta de Vigilancia Provisional, es la "Asociación de Canalistas del Río Huasco y sus Afluentes", que involucra a 303 canales, y corresponde a una corporación formada con el objeto de repartir el agua del río Huasco y sus afluentes hasta la desembocadura del río Huasco al mar, como también el agua de las lagunas Grande y Chica, ubicadas en la cordillera, entre los canales con derecho a ella y conservar y mejorar los acueductos de aprovechamiento común asociados.

Esta organización, con oficina en Vallenar, esta constituida por un Directorio integrado por un Presidente y ocho Directores. Estos directores se distribuyen según las secciones del río.

- Comunidades de Agua, constituidas legalmente, de los canales que están dentro del área de estudio. Estas corresponden a:

Comunidad de Agua Canal San Juan
Comunidad de Agua Canal García Campusano
Comunidad de Agua Canal Lo Castillo
Comunidad de Agua Canal Madariaga
Comunidad de Agua Canal El Pino
Comunidad de Agua Canal La Cachina
Comunidad de Agua Canal Bellavista
Comunidad de Agua Canal Freirina
Comunidad de Agua Canal Olivar

Los dos canales restantes involucrados en el área de estudio (Mirador y las Tablas) no tienen constitución legal de Comunidad de Aguas.

- Comunidad de Obras de Drenaje Las Tablas, la cual no está constituida legalmente y solamente presenta el acta de constitución.

Su presidente es Don Gregorio González y los Directores son: Don Daniel González, Oriel González y Homero Villalobos

Estas personas se reúnen en la Junta de Vecinos de Las Tablas para organización.

Actualmente están trabajando en un proyecto bonificado por la Comisión Nacional de Riego para la construcción de obras que beneficia a 87,8 ha y a 17 personas.

8.6 Metodología de Trabajo de la Comunidad de Drenantes

Cumpliendo con uno de los principales objetivos de este capítulo, indicar una metodología para la formación de organizaciones y específicamente de Comunidades de Drenantes, ha sido necesario a través de todo el período de desarrollo del proyecto, tanto mediante las visitas a terreno y reuniones con los agricultores, como con los antecedentes obtenidos a partir de los datos bibliográficos del área de estudio y las encuestas en terreno, poder conocer y evaluar las características sociales, técnicas y económicas en que se desenvuelven los agricultores de la zona, información con la que será posible estimar y proyectar alternativas de desarrollo futuro y ver la posibilidad de implementar diferentes técnicas productivas, administrativas y de gestión, tal como la presencia y adecuado funcionamiento de una Comunidad de Drenantes que permita una óptima eficiencia en el aprovechamiento de la obra de drenaje a realizar.

Esta información será entregada principalmente a los líderes comunitarios que integren la Comunidad de Drenantes, de manera que a través de ellos la información técnica se transfiera y propague a toda la Comunidad.

8.6.1 Reuniones con los Beneficiarios de la Obra de Drenaje y Elección de Líderes

Los profesionales realizaron 8 reuniones con los agricultores a través del desarrollo de la Consultoría. Las reuniones se efectuaron en distintos grupos de agricultores, exponiendo temas como objetivos de proyecto y soluciones propuestas, organización de comunidades de drenantes, reconocimiento y consecuencias del mal drenaje en suelos agrícolas.

Se entregaron 3 boletines técnicos sobre los temas tratados, además de un tríptico informativo del proyecto.

La asistencia fue variable en todas las reuniones y grupos formados.

En general, el tema de las organizaciones de usuarios, específicamente, de comunidades de obras de drenaje se apuntó a desarrollar temas, tales como, bases legales, metodologías de funcionamiento, participación de los agricultores y lugares de reunión y de información de las actividades. En general, todos los temas que abarcan el proceso desde la implementación hasta el funcionamiento y mantención a través del tiempo de las comunidades de drenantes formadas.

Cabe destacar, además, que en todas las charlas que se hicieron a los agricultores, se trataron temas adicionales a la organización de regantes, principalmente, reconocimiento y consecuencia del mal drenaje en suelos agrícolas, manejo del riego y salinidad, comercialización, Ley N° 18.450 de fomento a inversiones de riego y drenaje, y temas reaccionados con el proyecto (trazado de drenes colectores, alternativas productivas, etc.), entre otros.

Como conclusión, en todas las reuniones llevadas a cabo antes y durante el desarrollo de la Consultoría, se puede decir que la participación de la gente fue bastante baja a pesar de la extensa y directa convocatoria que se les hizo a los agricultores. Debido a esta baja participación no fue posible hacer extensa la transferencia de información técnica hacia toda el área de estudio.

A partir de las personas que asistieron a las reuniones, es posible decir a modo de diagnóstico, que los agricultores necesitan de apoyo profesional para la transferencia tecnológica, la que estaría enfocada en entregar la base para la implementación y mantención de una comunidad de obras de drenaje. Lo anterior a pesar de que se estima que los agricultores sí son capaces de formar organizaciones de este tipo, tal como lo ha demostrado la Comunidad de Obras de Drenaje de Las Tablas.

En base a las reuniones, también fue posible reconocer algunas personas líderes debido, principalmente, a que siempre han formado parte de la directiva de otras organizaciones, son líderes sociales dentro de la comunidad y tienen una personalidad acorde como guías grupales.

Las personas que fueron reconocidas como líderes, corresponden a Víctor Cárdenas, Roberto Bruzzone, Luis Herrera, Gregorio González, Héctor Portilla, Julio Tamblay.

En general, todas las personas propuestas como líderes de las organizaciones tienen actualmente alguna responsabilidad en alguna organización social de su localidad, por ejemplo, Víctor Cárdenas es Presidente de la Junta de Vecinos, Roberto Bruzzone es presidente del canal Castillo, Héctor Portilla es tesorero del canal La Cachina y Julio Tamblay es Consejal de la comuna Huasco.

8.6.2 Bases para la Constitución en Comunidad de Drenantes

Para formar una Comunidad de Drenantes, será necesario, además de la constitución de hecho o independiente de ésta, seguir el proceso legal correspondiente con la normativa vigente de acuerdo a lo establecido en el Código de Aguas. Esto, tanto para las nuevas organizaciones que se propondrán a continuación, como para la ya formadas por un grupo de personas en la localidad de Las Tablas.

Las Comunidades de Drenantes propuestas para el área de estudio se organizará por escritura pública suscrita por todos los titulares de derechos que se conducen por la obra común.

Se propone la formación de 3 Comunidades de Obras de Drenaje, de acuerdo a las localidades existentes dentro del área de estudio: Los Loros, Las Tablas, Huasco Bajo.

Se aclara que para la formación de la Comunidad de Drenaje Las Tablas que se propone, se considera la suma las personas de la Comunidad de Drenaje Las Tablas ya existente más el resto de los agricultores de la localidad que actualmente no participan en ella.

Además, se propone que la Comunidad de Drenantes Los Loros funcione, en términos administrativos, junto a la Comunidad de Aguas del Canal Lo Castillo, ya que es el único canal que riega la zona. Esto significa, principalmente, que el Directorio sería el mismo.

A partir de esto, se define que el número de personas que constituirán las Comunidades y las superficies beneficiadas serán de:

Comunidad de Drenantes Los Loros	23 beneficiados	172,06 ha.
Comunidad de Drenantes Las Tablas	39 beneficiados	208,40 ha.
Comunidad de Drenantes Huasco Bajo	92 beneficiados	419,41 ha.

Se propone, de acuerdo al proyecto en estudio, que las obras de drenaje corresponderán, según cada Comunidad a:

- Comunidad de Drenantes Los Loros. Sistema de drenes colectores entubados con una longitud de 5.586 m, con 28 cámaras de observación, y una Boca de Salida.
- Comunidad de Drenantes Las Tablas. Sistema de drenes colectores entubados con una longitud de 8.010 m, con 40 cámaras de observación, y dos Bocas de Salida.
- Comunidad de Drenantes Huasco Bajo. Sistema que combina 15.498 m de drenes colectores entubados y 2.480 m de zanjas colectoras abiertas, con 77 cámaras de observación, y cinco bocas de salida.

La constitución de las Comunidades de Drenantes se llevarán a cabo siguiendo paso a paso el procedimiento legal exigido por la Dirección General de Aguas.

8.6.3 Responsabilidades del Directorio de la Comunidad de Drenantes

Considerando que los asuntos de la Comunidad de Drenantes son tratados en la asamblea general de comuneros, guiada por un Directorio nombrado por la Junta General de Comuneros, máxima autoridad, a continuación se describen las materias más importantes a tratar en cada una de estas reuniones

- Elección del Directorio
- Acuerdo sobre el presupuesto de gastos y las cuotas que deben pagar los comuneros
- Pronunciamiento y decisión sobre aceptar o rechazar la memoria y la cuenta de inversión del Directorio
- Nombramiento de inspectores para el examen de cuentas
- Fijación de sanciones a los deudores morosos
- Cualquier materia que se proponga y sea de interés para la organización

8.6.4 Conclusiones

Según se dijo anteriormente, existirán 3 Comunidades de Drenantes de acuerdo a las 3 localidades del área de estudio, las cuales estarán constituidas por un total de 23, 39 y 92 beneficiados para las Comunidades de Los Loros, Las Tablas y Huasco Bajo, respectivamente.

Se propone una reunión al mes para los integrantes de la Directiva, quienes tratarán temas relacionados con las construcciones de las obras y su mantención y mejoramiento, además de proponer soluciones y medidas adecuadas respecto a las opiniones recogidas de la comunidad.

Por otra parte, se estima que una vez al año, como mínimo, todos los agricultores integrantes de las Comunidades se reunirán en Asamblea General, para discutir temas que necesiten votación y/u otros relevantes relacionados con las obras de drenaje y de su organización.

Se considera que el profesional responsable de la transferencia tecnológica debe asistir a todas las reuniones mensuales y anuales que se lleven a cabo, considerando que esta persona será un encargado permanente en el área de estudio.

Se destaca que cada Comunidad se organizará y desarrollará sus actividades independientes unas de otras.

Este sistema de funcionamiento, permitirá el óptimo aprovechamiento de la obra de drenaje y por ende, una mejor aplicación de tecnología que repercutirá en mayores producciones y de mejor calidad, logrando un mayor ingreso y mejor nivel de vida para la población.

CAPÍTULO 9 PARCELA MODELO

El objetivo general de estas Parcelas Modelo es validar para un suelo drenado algunas prácticas de lavado y patrones de cultivos económicamente más rentables.

Como objetivos específicos se pretende traspasar los resultados obtenidos dentro de estas parcelas demostrativas a los agricultores del área de proyecto, de manera que puedan ser aplicados total o parcialmente de acuerdo a los requerimientos o necesidades que presenten en sus respectivos predios.

9.1 Ubicación del Ensayo

Las Parcelas Modelo se ubicaran en un predio representativo de cada sector a drenar.

9.2 Selección de Parcelas Modelos

La selección de las Parcelas Modelo, esta basado en la representatividad de cada estrato dentro de cada uno de los tres sectores. Según la disponibilidad de superficie o especialización de los predios, se determinó la posibilidad de particionar la parcela de tal manera de dejar en un predio sólo las parcelas experimentales con frutales y en otro, las parcelas que incluye las hortalizas y los invernaderos.

9.3 Patrón Productivo

De acuerdo a los patrones productivos presentados en el proyecto de desarrollo futuro para el área de estudio, en el cuadro N° 9.1 se mencionan las especies seleccionadas para cada una de las parcelas Modelo.

Cuadro N° 9.1
Selección de Especies Para Parcelas Modelos

Frutales	Hortalizas e Invernaderos
Olivo: <i>Olea europea L. variedad de mesa y aceitera</i>	Pepino de ensaladas: <i>Cucumis sativus L.</i>
Membrillo: <i>Cydonia oblonga Mill.</i>	Tomate: <i>Lycopersicon lycopersicum L.</i>

Para el caso de los frutales las parcelas experimentales incluirán plantaciones establecidas, que se encuentran en plena producción y plantaciones nuevas, las cuales estarán en plena etapa de formación.

9.4 Esquema de las Parcelas Modelo

En el diseño de la Parcela Modelo estará compuesta por parcelas experimentales las cuales serán independientes unas de otras por cuanto cada una de ellas tendrá una determinada característica, ya sea por el tipo de cultivo o su sistema de riego.

En los frutales ya establecidos, solamente se analizarán olivos, por cuanto plantaciones establecidas de membrillos prácticamente no existen, lo que hace difícil ubicar una por cada sector de drenaje. Como una alternativa a analizar para el caso de los membrillos, existen huertos mixtos con olivos y membrillos establecidos, los cuales podrían servir como parcela experimental.

Para el caso de las hortalizas, las parcelas experimentales tendrán un tamaño aproximado de 648 m².

Para la parcela experimental en invernaderos se utilizará un diseño tipo capilla con lucarna, el cual llevará polietileno como cubierta sobre una base de madera.

9.4.1 Pozos de Observación

Para determinar el estado del nivel freático en cada sector drenado se incluirán en las Parcelas Modelo pozos de observación, los cuales permitirán comprobar si el nivel freático se encuentra a la profundidad calculada y como se comporta en relación con el riego aplicado.

9.5 Diseño Estadístico

La conformación de los tratamientos será la siguiente:

- **T1:** Tratamiento Testigo, corresponde al 100% de los requerimientos de lavados determinados en forma empírica de acuerdo a los antecedentes recopilados tanto en terreno como en la literatura.
- **T2:** Corresponde al 70 % de los requerimientos de lavados determinados para el tratamiento testigo.
- **T3:** Corresponde a un 30 % sobre los requerimientos de lavado determinados para el tratamiento testigo.

9.6 Seguimiento y Evaluación

Durante la temporada, las mediciones se realizarán en forma periódica, una vez por semana, desde inicios de brotación hasta cosecha en frutales y desde trasplante a cosecha en hortalizas.

En frutales, las mediciones serán hechas en 2 árboles previamente marcados, ubicados dentro de cada repetición por tratamiento.

En el caso de las hortalizas, para la evaluación de rendimiento se marcarán al azar cinco plantas en dos hileras dentro de una unidad experimental.

Al final de la época de cosecha se determinará la producción total de cada tratamiento, tamaño final de la fruta, calidad del producto y posibles desordenes fisiológicos.

Para determinar el contenido de sales dentro de cada Parcela Modelo se procederá a realizar muestreos de suelo de cada repetición por bloque, realizando una muestra compuesta por cada tratamiento, este se realizará en forma mensual a nivel de raíces. Los análisis de suelo incluirán los siguientes parámetros: Conductividad eléctrica. pH, contenido de aniones y cationes solubles.

Con el objeto de cuantificar el crecimiento de los árboles, se medirá el crecimiento de las ramillas. Para seguir el crecimiento de los frutos por cada tratamiento durante la temporada, se registrará el tamaño de los 20 frutos de olivos y 10 de membrillos por cada uno de los dos árboles marcados por repetición y tratamiento.

Se cosecharán dos árboles por repetición con un total de 6 árboles por tratamiento. El total de las aceitunas cosechadas se pesarán y contarán por cada árbol, posteriormente se separará el 10% de cada total, el cual se guardará en bolsas separadas e identificados por tratamientos, a las cuales se les medirán los siguientes parámetros: peso, diámetro y relación pulpa carozo de las aceitunas cosechadas.

La metodología de cosecha para las hortalizas consistirá en sacar los frutos comerciales desde el estado de tomate pintón en adelante y pesarlos en forma separada para cada una de las plantas seleccionadas, eliminándose los frutos defectuosos, agrietados o con problemas fitosanitarios. En el caso del pepino la metodología será similar pero la cosecha de los frutos se realizará desde el momento que alcance su tamaño medio.

Las mediciones del nivel freático se realizaran en forma semanal en cada uno de las Parcelas Modelos, durante toda la temporada de mediciones.

Como una forma de mantener los datos recolectados en las parcelas Modelo de la mejor manera posible, se diseñó una planilla tipo, la cual incluye todos los datos que deben ser registrados para las parcelas experimentales de frutales y hortalizas.

CAPÍTULO 10

ANÁLISIS AMBIENTAL

10.1 Tipo de Proyecto o Actividad

El proyecto corresponde a la construcción de un sistema de drenes cerrados y abiertos sobre la base de tubería de PVC perforado y zanjas, respectivamente, en un área con potencial agrícola. Es un proyecto nuevo que tiene por finalidad eliminar el exceso de agua del perfil de suelo y la abundancia de sales que van asociados a los suelos de esta área, perteneciente a la región desértica del país, la que se caracteriza porque las precipitaciones sobrepasan escasamente los 30 mm anuales, en términos medios.

Se contemplan drenes interceptores del flujo del agua y colectores que descargarán al río Huasco, único cauce natural que podrá evacuar los flujos que saturan los suelos. La longitud de colectores alcanza a 31.574 m.

El sistema de drenaje proyectado beneficiará a un elevado número de usuarios y propiedades, los que corresponden a 154 roles de propiedad, siendo algunos agricultores dueños de más de un rol.

El análisis ambiental está basado en la propuesta técnica planteada en esta Consultoría, es decir, un sistema de drenes colectores cerrados. Sin embargo, este análisis es completamente aplicable para las dos alternativas estudiadas, es decir, drenes colectores abiertos o cerrados.

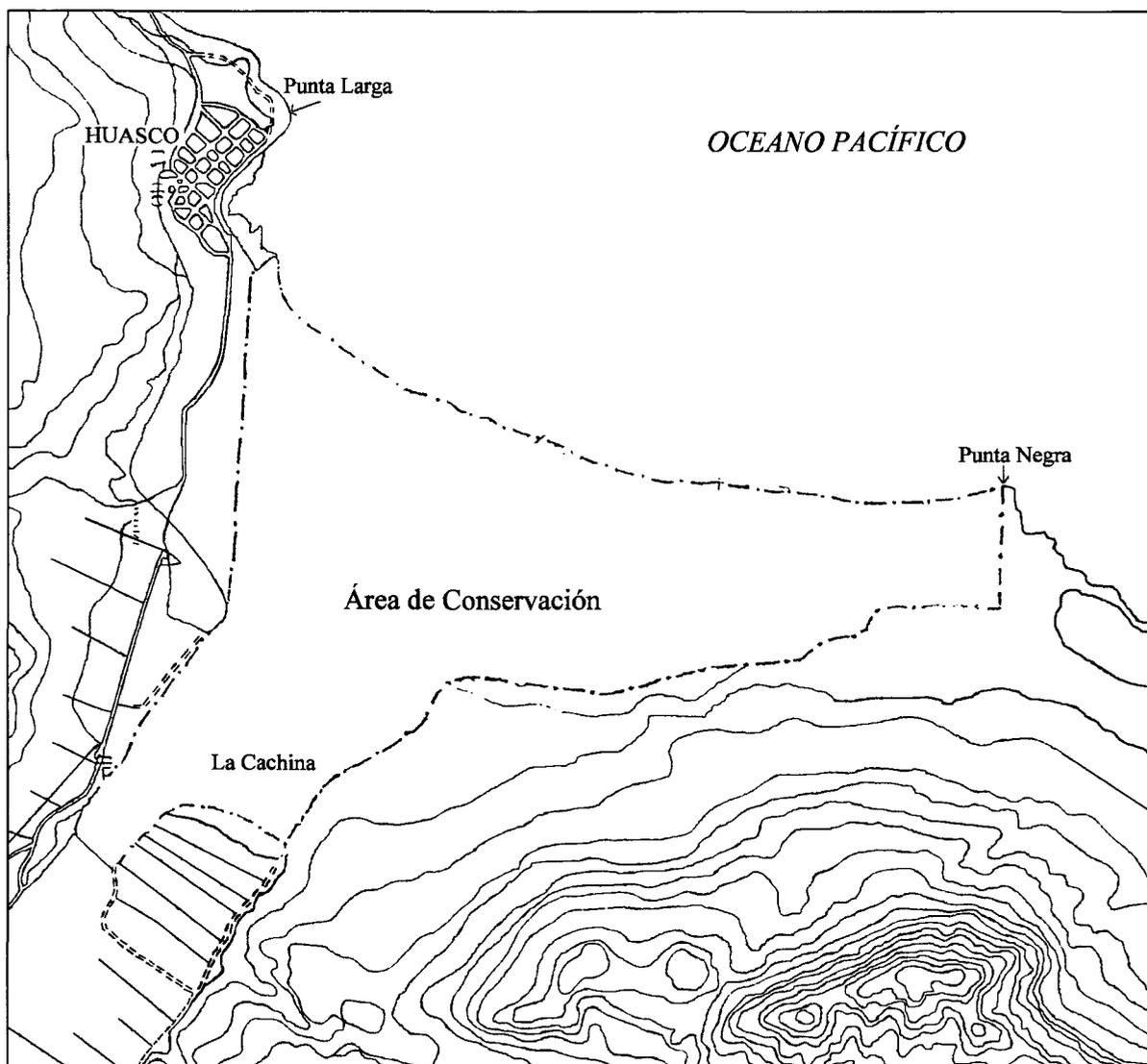
10.2 Zona de conservación

Considerando los criterios de conservación de humedales y de acuerdo a las Bases Técnicas del Estudio, además de las reuniones sostenidas tanto con la contraparte técnica de la CNR y con los organismos técnicos sectoriales, en especial las recomendaciones del Médico Veterinario, Dr. Jorge González Vilches⁶, se acordó que dentro del área de estudio agronómico (que abarca una superficie de 897,81 ha), se dejará sin intervención una superficie de 49,635 ha, correspondientes a zonas de protección, que se ubican en la caja del río (44,268 ha) y en áreas de pantano (5,367 ha).

La superficie total preseleccionada por el proyecto de drenaje, quedarían en la zona de conservación 49,635 ha, de las cuales 9,2 ha se encuentran en la actual zona de conservación (aguas abajo desde el puente de Huasco Bajo), más las 40,435 ha que se encuentran en los suelos Misceláneos Aluvial entre el puente de Huasco Bajo y la localidad de Los Loros. En la Figura N°10.1 se observa un plano que muestra la ubicación de los sectores de conservación bajo el puente Huasco Bajo. En la Figura N° 10.1 es posible apreciar la zona de conservación ubicada bajo el puente Huasco Bajo.

⁶ Departamento de Higiene Ambiental, Servicio de Salud, III Región.

Figura N° 10.1
Zona de conservación en la desembocadura del río Huasco



Fuente: Diario Oficial 26 de Mayo de 1995

Las áreas de conservación y protección están constituidas por zonas de interés ecológico, por ser hábitat para la vida silvestre, sitio de reproducción y/o nidificación.

10.3 Consideraciones Ambientales que Justifiquen su Ingreso al SEIA y Forma de Presentación

Los proyectos de drenaje conforme a la normativa existente requieren de un análisis para determinar si se deben someter al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA),

imperante en nuestro país. Dos son las preguntas claves. La primera dice relación para decidir si los proyectos deben someterse al SEIA y la segunda, de que forma deben hacerlo.

De ingresar al SEIA se debe realizar un análisis si lo debe hacer a través de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) o una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), que son las dos modalidades que se contemplan.

La normativa ambiental general vigente en Chile corresponde a la Ley N° 19.300 y al D.S. N° 30/97, denominado Reglamento del SEIA.

10.4 Justificación de Ingreso al SEIA

Las obras que ingresan al SEIA son las señaladas en la Ley N° 19.300, la que en su Artículo 10°, consigna:

Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, y que deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, son:

a) "Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el Artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos de cuerpos o cursos naturales de aguas".

Posteriormente, el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental puntualiza en su Artículo 3°:

Dentro de los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualquiera de sus fases, que deberán presentarse al SEIA, se ha identificado el siguiente:

“Drenaje o desecación de vegas y bofedales ubicados en las regiones I y II, cualquiera sea su superficie. Drenaje o desecación de cuerpos naturales de aguas tales como lagos, lagunas, pantanos, marismas, turberas, vegas, humedales o bofedales, exceptuándose los identificados en el inciso anterior, cuya superficie sea igual superior a diez hectáreas (10 ha) tratándose de las Regiones I a IV, o a veinte hectáreas (20 ha), tratándose de las Regiones V a VII y Metropolitana, o a treinta hectáreas (30 ha), tratándose de las Regiones VIII a XII”.

Por lo tanto, considerando lo anteriormente señalado, el proyecto de drenaje de la presente Consultoría requiere ingresar al SEIA ya que su superficie supera largamente el límite impuesto por la Ley N° 19.300 y su Reglamento.

10.5 Legislación Ambiental Aplicable al Proyecto

Se analizará la normativa ambiental vigente aplicable al proyecto: normativa de carácter general y específica relacionada con la protección del medio ambiente, la preservación de la naturaleza, el uso y manejo de los recursos naturales.

10.5.1 Normativa General

El proyecto actual (a nivel de prediseño) y final (a nivel de diseño definitivo) de drenaje para la recuperación de suelos con mal drenaje en el sector bajo del río Huasco, se enmarca y se debe enmarcar dentro de las exigencias de la normativa general, de acuerdo a la etapa de estudio en que se enmarca y se enmarcará, según lo imponen:

- La Ley N° 19.300/94, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), y
- El Decreto N° 30/97, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

Cabe consignar que, en una etapa más avanzada el proyecto (diseño definitivo) debe recoger las modificaciones que impongan las autoridades ambientales a través de la RCA, una vez que se elabore un Estudio de Impacto Ambiental y se someta al SEIA.

10.5.2 Normativa Ambiental Específica

El análisis de los artículos que respaldan la entrada al SEIA mediante un Estudio de Impacto Ambiental se presentó en el ítem 10.4

A continuación se presenta una reseña del marco legal específico, indirectamente relacionado con las actividades del Proyecto, el aspecto que regula, su relación con el proyecto y el cumplimiento que debiera adoptarse.

- D.S. N° 90/00 Ministerio Secretaría General de la Presidencia (publicado el 07 de marzo del 2001) "Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos en aguas marinas y continentales superficiales.

Aspecto que regula: Regula los contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos

Pertinencia con el estudio:

No es aplicable. La descarga corresponde a aguas de riego que se infiltran desde canales ubicados en cotas superiores o a la elevación del nivel freático por acción del río Huasco.

- D.F.L. N° 1.122/81 Código de Aguas.

Aspecto que regula: Regula el aprovechamiento del recurso hídrico.

Por ser un cuerpo matriz para la regulación del recurso agua, no constituye una norma fundamental en el tema de la contaminación.

Pertinencia con el estudio:

Las aguas de drenaje no son residuos industriales o residuos mineros por lo tanto no son aplicables las normas señaladas u otras tales como:

- Ley 3.133 (D.S. 2.491/16) y su Reglamento sobre Neutralización de los Residuos provenientes de establecimientos industriales.
- D.L. N° 3.557/81 que Establece Disposiciones sobre Protección Agrícola. Se encuentra referido a prescribir que los establecimientos industriales, mineros, fabriles u otros que manipulen productos susceptibles de contaminar la agricultura.
- D.S. N° 594/99: “Aprueba Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo”

Aspecto que regula:

Este Decreto reemplazó al D.S. N° 745/93.

Establece y regula las condiciones sanitarias y ambientales que deben cumplir las áreas de trabajo, en cuanto a exposición y tiempo de niveles de ruido, vibraciones y elementos.

Pertinencia con el estudio:

El proyecto no generará residuos, ruido u otra descarga al ambiente que afecte o que potencialmente podría afectar la salud de los trabajadores. Las faenas se desarrollarán al aire libre en un ambiente no controlado. La salvedad dice con la utilización de maquinaria pesada para la construcción de las zanjas, sobre la base de una retroexcavadora. Está es la mayor fuente de ruido, siendo puntual y sólo para la etapa de construcción. Eventualmente se podría utilizar en la mantención de las zanjas. En la operación no se utiliza.

Cumplimiento:

Se debiera cumplir todo aquello que pudiera ser atingente al tipo de proyecto.

- D.L. N° 3.557/81: “Protección Agrícola”

Aspecto que regula:

En su Artículo 9 dispone que los propietarios, arrendatarios o tenedores de predios rústicos están obligados a destruir, tratar o procesar las basuras, malezas o productos perjudiciales para la agricultura que aparezcan o se depositen en canales o cursos de agua.

Pertinencia con el estudio:

El proyecto no generará basuras, pero si generará malezas, troncos y ramas. Además, generará el material suelo que se extraerá de las zanjas de drenaje.

Al nivel actual de desarrollo del proyecto se estima la corta de vegetación, en el caso más desfavorable, de 800 a 1.000 individuos, principalmente de olivos. En forma secundaria se cortarían membrilleros y eucaliptos. Adicionalmente, arbustos y herbáceas como ciperáceas, juncáceas, y gramíneas de ambientes húmedos y salinos.

Cumplimiento:

- Especies Arbóreas y Arbustivas

No existen especies arbóreas o arbustivas con problemas de conservación que se puedan ver afectadas.

Todas las especies arbóreas señaladas no tienen restricción para su corta. Para materializar el proyecto de drenaje será indispensable cortar los árboles.

La madera que se obtiene en la zona, como parte de la corta de olivos, se utiliza para la fabricación de carbón, constituyéndose en una entrada económica para aquellos que la practican, la que sin embargo sólo es ocasional. El material vegetal menor se propone enterrarlo. El material edáfico obtenido de la excavación de las zanjas se esparcirá sobre toda la superficie de los predios para rellenar sectores más deprimidos.

- Áreas Protegidas

El proyecto no se desarrollará en un suelo que se ubique en alguna de las categorías de áreas protegidas reconocidas por la legislación.

Sin embargo, en la desembocadura del río Huasco existe una amplia zona protegida mediante un periodo de veda de conservación de la fauna, que comprende desde el año 1995 hasta el año 2025.

- Fauna

La Ley de Caza N° 19.473 ⁷ y su Reglamento (D.S. N° 5/98) establece las categorías y criterios de conservación de la fauna de vertebrados.

Es aplicable por cuanto en el área de proyecto existe una diversidad de especies, especialmente aves, que se encuentran en alguna categoría de conservación.

- Calidad del Aire

El D.S. N° 4 de 1992, del Ministerio de Agricultura establece Norma de Calidad del Aire para Material Particulado en la cuenca del río Huasco. Este cuerpo reglamentario establece norma de calidad ambiental secundaria para material particulado sedimentable y para hierro en el material particulado. El proyecto y sus actividades no modificarán la calidad del aire, por lo cual no es aplicable.

10.6 Permisos Ambientales Sectoriales

No existe en la legislación vigente permiso sectorial aplicable a la construcción de proyectos de drenaje, en la forma que los define el Título VII del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y en función de los antecedentes que se disponen a la fecha.

10.7 Evaluación de impacto ambiental

10.7.1 Identificación, descripción y clasificación de impactos ambientales

Se realizó una identificación general de los impactos ambientales que un proyecto de esta naturaleza tiene asociado, y posteriormente se identificaron algunos impactos particulares, con la información que se tiene o se ha elaborado en la presente Consultoría. Se utilizó como base una “Lista de Chequeo” de impactos, sobre la base de una tabla de doble entrada, conocida como Matriz de “Causa-Efecto”, denominada también Matriz “Actividad-Elemento ambiental”.

Luego, se realizó la cuantificación de las alteraciones mediante una metodología basada en la matriz de las grandes presas, con una serie de atributos de amplio uso en los estudios de impacto ambiental, considerando varios criterios propuestos en su momento por CONAMA y que son de amplia difusión en nuestro país, en los estudios de impacto ambiental (Urrea, 2001) ⁸.

⁷ Sustituye a la Ley N° 4.601, sobre Caza y Artículo 609° del Código Civil

⁸ URRA, M. 2001. Evaluación de Impacto Ambiental. Apuntes Programa de Gestión y Ordenamiento Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad de Santiago de Chile.

Se analizaron tres etapas del proyecto: construcción y operación del sistema de drenaje y el proyecto agrícola asociado a la operación.

Además, se presenta una breve descripción de cada uno de los impactos, y una clasificación de estos en los *componentes ambientales* correspondientes.

Por no preverse etapa de abandono, ésta no se evaluó.

10.7.2 Componentes ambientales

Los componentes ambientales susceptibles de experimentar impactos, se han agrupado en cuatro medios (físico, biótico, antrópico y paisaje) para su mejor análisis. Dichos medios y los ítemes a analizar son los siguientes:

Medio físico:	Aguas superficiales: calidad química y física, flujo de agua superficial y sedimentación. Aguas subterráneas: calidad química y física, flujo y nivel del acuífero. Suelos y geomorfología: Forma del relieve, erosión, y características químicas y físicas.
Medio biótico:	Aire: Calidad y ruido. Vegetación: Cobertura vegetal, producción de biomasa, especies naturales, diversidad y expansión de especies exóticas. Fauna: Especies vulnerables, alteración y cambio de hábitat. Procesos ecológicos: Cadenas alimentarias, ciclos reproductivos y pautas de comportamiento.
Medio antrópico:	Población: Empleo e ingresos económicos, salud, vivienda. Actividades económicas: Valor de la tierra, tenencia del suelo, comercialización e infraestructura productiva. Aspectos arqueológicos y culturales: Sitios arqueológicos.
Paisaje:	Calidad visual y fragilidad visual

10.7.3 Descripción de los componentes ambientales y sus impactos

A continuación, y para cada medio, se explican los componentes ambientales que se han identificado con posibilidades de experimentar efectos que signifiquen algún tipo de impacto ambiental, asociado al proyecto de drenaje, los que por su naturaleza pueden ser positivos o negativos.

10.7.3.1 Medio físico

a) Agua superficial y subterránea

Calidad química: Modificación de las características químicas de las aguas superficiales y subterráneas. Con el lavado de sales del suelo se prevé que aumentará el tenor salino de las aguas. El objetivo del proyecto es eliminar el exceso de sales de los suelos para que no afecten el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas. El impacto será permanente.

Calidad física: Modificación de las características físicas, por aumento de los sólidos en suspensión, de las aguas superficiales y subterráneas. Esto se produce debido al movimiento de suelos al construir el sistema de drenaje. El impacto será temporal. Con el uso de los drenes no se espera aumento de los sólidos suspendidos, salvo cuando se realice mantención de las zanjas, las que dentro de la red completa, representa una fracción menor.

Flujo de agua superficial: Se produce una alteración de los flujos de agua superficiales por la interceptación realizada por los drenes. El objetivo del proyecto es interceptar las aguas del acuífero superficial para eliminar el exceso presente actualmente en los suelos, de modo que se puedan utilizar agrícolamente.

Sedimentación: Ocurren procesos de sedimentación del material arrastrado en las etapas de construcción y limpieza de drenes y cauces, tanto dentro del área a drenar como también aguas abajo. La sedimentación se producirá en aquellos tramos en que la pendiente disminuye y las partículas pierden energía cinética.

Flujo y nivel del acuífero: Se produce una alteración en el flujo y nivel del acuífero por la interceptación realizada por los drenes. Los actuales niveles bajarán con el tiempo, aumentando el flujo. Este último está en función de los caudales aportantes. El objetivo del proyecto de drenaje es que descienda el nivel del acuífero para que las plantas cultivadas se puedan desarrollar adecuadamente.

b) Suelo y geomorfología

Forma del relieve: Modificación del relieve por la construcción de los drenes (zanjas). Se estima de poca significación, debido a que algunas sólo serán permanentes.

Erosión: Se produciría erosión en los taludes de los drenes en una primera etapa, antes de estabilizarse definitivamente. La estabilización se puede alcanzar con la vegetación que colonice los taludes, o por que alcanza su ángulo de estabilidad definitivo para los flujos que transporte. La presencia de vegetación tiene una connotación positiva al estabilizar taludes, pero también tiene una connotación negativa, al aumentar la rugosidad de los cauces, con lo cual disminuye la capacidad de conducción de los flujos. Sólo es aplicable a las zanjas que quedarán abiertas.

Características químicas: Modificación de las características químicas del suelo. Se lavaran las sales del suelo, lo que se verá reflejado en una disminución de la conductividad eléctrica (parámetro indicador de la salinidad). La sales más solubles, como el cloruro de sodio, serán las primeras en ser lavadas.

Características físicas: Modificación de las características físicas. Se espera que cambie la densidad aparente del suelo con el aumento del paso de maquinaria agrícola (se reflejará a través del algún grado de compactación y disminución de la permeabilidad). La eliminación del sodio mejorara la agregación y formación de estructuras de suelo, favoreciendo el almacenamiento de agua, el paso de raíces y la infiltrabilidad en los suelos recuperados.

c) Aire

Calidad del aire: Podría producirse un aumento temporal de las partículas sólidas en suspensión con la construcción de las zanjas con maquinaria. Sin embargo, dado los elevados contenidos de humedad del suelo, se estima que dicho efecto sería despreciable o poco significativo, aún cuando se ha evaluado en las matrices. Otras actividades también generarían material particulado, como es el tránsito de vehículos con materiales, transporte de equipos, etc.

La emisión de gases de combustión es otra descarga al ambiente, la que se considera irrelevante.

Ruido: Incremento temporal de los niveles sonoros por utilización de maquinaria pesada en la construcción de drenes y limpieza de cauces. Todo el movimiento asociado al transporte genera ruido.

10.7.3.2 Medio biótico

a) Flora y Vegetación

Cobertura vegetal: Disminución de la cubierta vegetal para la construcción de las zanjas y para habilitar los terrenos agrícolamente en aquellas superficies ocupadas por formaciones vegetales naturales. En los sectores que existe vegetación natural se provocará

discontinuidad del paisaje vegetal. No obstante, una buena proporción de la superficie que será habilitada se encuentra actualmente intervenida agrícolamente, pero con resultados productivos y de calidad baja (praderas y huertos olivícolas).

Producción de biomasa especies naturales: El proyecto busca aumentar la biomasa de las especies cultivadas. Este es un impacto positivo, objeto del proyecto. Sin embargo, en las áreas en que existe vegetación natural se producirá una disminución de la producción por reducción del agua disponible. La producción de biomasa natural es la que se evalúa para el componente ambiental Flora-vegetación, por lo tanto tiene una connotación negativa.

Diversidad: Con la disminución de la cobertura vegetal se puede ver disminuida la diversidad de especies naturales. Sin embargo, la gran mayoría de las especies asociadas a las áreas húmedas, tiene amplia distribución a lo largo del río Huasco y en el país, encontrándoseles en suelos con distintos grados de humedad y salinidad, en diferentes condiciones de climáticas y de altitud.

Muchas de las especies son agresivas y aún cuando se les estén extrayendo al momento de limpiar el cauce del río, rápidamente aparecen.

Un buen número de las especies que se encuentran en el sector bajo del río Huasco son especies alóctonas.

Introducción y expansión de especies exóticas: La pérdida de vegetación natural facilita o permite la introducción y/o expansión de especies exóticas, las que poseen una mayor capacidad de invasión. Dado que el roce y limpieza de la vegetación se ejecutaría en los sectores que se habilitarán o sanearán para la agricultura, las especies exóticas sólo competirían con las plantas cultivadas. Para alcanzar niveles adecuados de producción los agricultores deberán aplicar productos agroquímicos que controlen las malezas.

b) Fauna de vertebrados

Especies vulnerables: La modificación de hábitat como vegas y en especial, pantanos y pajonales, alterarían las poblaciones de especies vulnerables. Sin embargo, el proyecto ha tomado en cuenta este factor a través de las observaciones de un especialista ornitólogo, cuyas recomendaciones han sido incluidas en el proyecto. Como se ha señalado, éstas consisten en dejar una franja sin intervenir al lado del río, en toda la extensión del área de estudio, con lo cual se mantendrán las condiciones de acogida de las aves.

Potencialmente, este sería el principal impacto, sin embargo, los resguardos están tomados, evitándose que se generen los efectos señalados. Así, no se espera que disminuya la densidad y diversidad de especies. Por otro lado, las menores intervenciones se encuentran hacia el poniente, donde la abundancia de la avifauna es mayor, mientras que las intervenciones de saneamiento aumentan aguas arriba del cauce del río Huasco, en

la medida que los sectores propicios para hábitat de aves disminuyen, agregándose la gran intervención antrópica, la que pasa principalmente por las plantaciones de olivos.

Alteración, modificación y cambio de hábitat: Se afectan los hábitat de ciertas comunidades de la fauna, en términos de lugares de reposo, alimentación o refugio. El proyecto contempla una franja de protección sin alteración del hábitat, según lo que se ha indicado.

c) Procesos ecológicos

Cadenas alimentarias: Por alteración de la cubierta vegetal existe la potencialidad de verse afectado algún eslabón de la cadena alimentaria, lo que podría modificar las pautas de comportamiento de algunas especies. Sin embargo, las medidas de control ambiental no modificarán las cadenas alimentarias, aún cuando la potencialidad existe.

Ciclos reproductivos: Por alteración de hábitat, se puede ver afectado el ciclo reproductivo por alteración en los lugares de refugio y alimentación. La potencialidad existe y las medidas de control han sido señalados.

Pautas de comportamiento: Por alteración del hábitat se puede producir un cambio en el nicho ecológico de una especie. La potencialidad existe y las medidas de control han sido señalados.

10.7.3.3 Medio antrópico

a) Población

Empleos e ingresos económicos: Incremento de mano de obra. Conlleva a un aumento temporal en el nivel de empleo por la construcción de las obras (empleos cubiertos por individuos externos, pertenecientes a la o las empresas constructoras y residentes en el área en estudio).

En la etapa de operación se produce un incremento del empleo como consecuencia del cambio en los sistemas productivos por efecto del programa de desarrollo agropecuario.

Se prevé un aumento de los ingresos económicos mediante dos vías. En la etapa de construcción que beneficiará a los trabajadores que participen en la construcción del sistema de drenaje (demanda de mano de obra). En la etapa de operación los propietarios de los predios beneficiados con el proyecto de drenaje, verán incrementados sus ingresos económicos, con las mayores producciones y rendimientos producto de cambios en la estructura de los sistemas productivos.

Migraciones: Por la superficie involucrada en el proyecto de drenaje no se espera migraciones a la zona por modificación de los sistemas productivos, producto del

programa de desarrollo agropecuario que se podría llevar a cabo. Por lo tanto este efecto no se encuentra consignado en la matriz de identificación de impactos.

Salud: Por efecto de mejorar las condiciones de drenaje, se mejora directamente las condiciones sanitarias (aguas estancadas). Se espera que disminuyan las poblaciones de mosquitos (zancudos). Estas condiciones ecológicas facilitan la proliferación de criaderos de mosquitos, los que se reproducen en zonas pantanosas, siendo más importante en las áreas más cercanas a la línea de mar, donde incluso existe influencia de aguas salobres o semi-salobres. Las mayores concentraciones de criaderos de mosquitos se encuentran cerca de la desembocadura del río Huasco, por lo que el proyecto, tendrá poca incidencia sobre las mejoras.

Otro efecto sobre la salud de la población está relacionado con los mayores ingresos económicos a través de los mayores rendimientos y producciones que se esperan con el desarrollo del proyecto de drenaje. Este es un efecto indirecto, que se esperaría que se presentara a mediano plazo.

Vivienda: En el largo plazo habría una tendencia al mejoramiento de la vivienda, por el incremento de los ingresos entre los que explotan la tierra, de manera similar al efecto que se espera en salud.

Comunidades asentadas: No se esperan alteraciones de las costumbres de la población de la zona y no se reconocen comunidades vulnerables, pertenecientes a alguna etnia o grupo religioso. Por lo tanto no se encuentra este efecto consignado en la matriz de identificación de impactos.

b) Actividades Económicas

Valor de la tierra: Se puede esperar modificación del valor de la tierra, como resultado de los procesos de mejoría de los suelos drenados.

Tenencia del suelo: Como resultado de los procesos de mejoría o habilitación de los suelos, actualmente con mal drenaje, podría haber cambios en la tenencia de las propiedades. Este impacto requeriría estudios específicos en una etapa más avanzada del proyecto, situación que ha quedado reflejada en la matriz de evaluación de impacto ambiental.

Comercialización: Se intensifica la comercialización la cual podría llegar a modificar la estructura de las cadenas de comercialización, producto del proyecto de desarrollo agropecuario.

Infraestructura productiva: Se podría modificar la infraestructura productiva al cambiar o modificar los sistemas de producción, como por ejemplo incorporar sistemas de riego tecnificado.

Servicios: Por el tamaño de proyecto, no se prevé que se modifique la estructura de servicios, razón por la cual el efecto no se encuentra consignado en la matriz de identificación.

Turismo: El área directa de proyecto no es un área turística. Por otro lado, las actividades propias del proyecto, como la construcción del sistema de drenaje, son de corta duración y de baja incidencia visual. Las de operación del sistema de drenaje no son visibles, mientras que el proyecto de desarrollo agrícola tiene actividades que son habituales en la actualidad.

c) Aspectos arqueológicos y culturales

Sitios arqueológicos: Se desconoce la existencia de lugares de asentamiento de evidencias de culturas pasadas, las que no se pueden descartar, de acuerdo a lo señalado en los aspectos de la línea base descrita. De existir, se afectarían, por lo que en dicho caso se deben tomar los resguardos necesarios.

La salvedad la constituye la existencia de una antigua ruina arqueológica, como se ha indicado, correspondiente a un pequeño pucará en el sector de Las Tablas, el cual no se afectaría con el proyecto.

Sitios históricos y religiosos: No se reconocieron lugares de connotación histórica y religiosa, por lo que no existiría impacto.

Monumentos nacionales: No se reconoce su presencia en el área de estudio.

Elementos tradicionales: No se reconocieron objetos o estructuras que representen un valor como elemento característico de una cultura local o nacional.

Puntos de interés científico: No se reconocieron.

10.7.3.4 Paisaje

Calidad visual (vistas escénicas): Introducción de elementos extraños (construcción de drenes, obras de arte asociadas); Desaparición o modificación de elementos característicos (formaciones vegetales, cambio de uso de suelos, etc.). El área de proyecto tiene un fuerte grado de antropización. Actualmente, existen zanjas de drenaje y se encuentran proyectadas otras, de modo que las obras del proyecto, de la presente Consultoría, no serán ajenas a lo que existe y a lo existirá cuando se llegue a materializar las obras de drenaje, ya que otras se construirán previamente.

Fragilidad visual: Grado de deterioro que sufre el paisaje por actividades o proyectos desarrollados por el hombre. Es bajo el grado de fragilidad, por el elevado grado de antropización.

10.7.4 Acciones sobre el medio ambiente

Se han identificado las siguientes acciones sobre los medios antes mencionados (físico, biótico, antrópico y paisaje), divididas en tres etapas (Construcción, Operación y Mantenimiento y Proyecto de Desarrollo) las cuales se presentan a continuación, en forma cronológica de realización:

Etapas de construcción. La construcción del sistema de drenaje representa la etapa inicial, con impactos que ocurren por una sola vez y en un corto período.

- Instalación y puesta en marcha de las faenas
- Transporte de materiales y equipos
- Movimiento y traslado de maquinaria pesada
- Roce y despeje de terreno
- Construcción de drenes
- Limpieza/excavación de drenes existentes
- Limpieza/excavación de cauce colector
- Depósito del material de excavación (tapado de drenes)
- Construcción de obras de arte asociadas al proyecto

Etapas de operación y mantenimiento: La operación del sistema de drenaje es una etapa permanente o de muy larga duración, por lo que sus efectos se deben considerar de continua y/o ininterrumpida ocurrencia en el tiempo.

- Flujos aguas de drenaje (operación del sistema de drenaje)
- Mantenimiento del sistema de drenaje (arreglo de taludes, limpieza de malezas de taludes y fondo de zanjas de drenaje, reparación de obras de arte u otro)

Proyecto de desarrollo: Se considera un programa de desarrollo tecnológico y productivo para las áreas beneficiadas, lo que podría implicar acciones como las que se indican a continuación:

- Cambio o modificación en el patrón productivo
- Aplicación o introducción de nuevas tecnologías
- Cambio o modificación en las cadenas de comercialización
- Aumento del transporte de carga (para el transporte de productos)

10.7.5 Identificación de los impactos

Los impactos derivados de la puesta en marcha del sistema de drenaje, fueron separados en aquellos que se producen durante la construcción y durante la operación del sistema, dado que ambas etapas representan períodos de tiempo diferentes y claramente establecidos. Además, se identificaron los efectos derivados de la implementación de un programa de desarrollo

agropecuario asociado a las obras de drenaje, ya que el proyecto de drenaje lo que persigue finalmente es el mejor aprovechamiento del suelo con fines productivos.

Con la información disponible y al nivel de desarrollo de la presente Consultoría, se han diferenciado, según corresponda, los impactos que operan directamente en las áreas intervenidas (área de influencia directa: drenes y cauces) de los impactos que se producen sobre las áreas beneficiadas (áreas indirectas) por la instalación de los sistemas de drenaje.

Se deben diferenciar los impactos producidos en el área del proyecto (área beneficiada), de aquellos que se producen aguas arriba o aguas abajo de este. El presente análisis se realizó principalmente sobre los efectos en el área del proyecto.

La correspondencia entre las acciones del proyecto y su efecto en los distintos componentes ambientales, puede ser observada en la Matriz de Identificación de Impactos (Cuadro N° 10.3). La descripción de los impactos se explica a continuación.

10.7.5.1 Etapa de construcción

La etapa de construcción presenta efectos importantes en todos los medios analizados.

a) Medio físico

Aguas superficiales: Se esperan cambios en la calidad química en la etapa de roce y despeje del terreno, y en la calidad física en las etapas de construcción y limpieza de drenes y cauces; ambos efectos estarían dados por disolución de elementos solubles (sedimentos, sales, materia orgánica, etc), por erosión hídrica. Asociado a esto, se esperan procesos de sedimentación dentro del área a drenar y aguas abajo, asociado a la construcción y limpieza de drenes y cauces, así como durante un período inicial de erosión de los taludes de los drenes (antes de su estabilización con vegetación y/o por su ángulo de inclinación).

Los flujos de las aguas superficiales se verían alterados producto de la intercepción realizada por la presencia de los drenes.

Aguas subterráneas: Se esperan cambios en las características físicas y químicas en la etapa de construcción de los drenes. El flujo del nivel freático se verá alterado por la presencia de los drenes (intercepción del acuífero), lo que provoca un descenso de este.

Suelos y geomorfología: Habría una modificación de baja relevancia del relieve local por la construcción de los drenes, por el depósito del material de excavación y por la construcción de obras de arte asociadas al sistema de drenaje.

Existe la potencialidad de producirse efectos erosivos en el terreno en la etapa de roce y despeje, y en los taludes de los drenes y cauces naturales, en las etapas de construcción y limpieza de estos últimos.

Un aspecto no evaluado es la modificación del horizonte orgánico por la disminución de la humedad permanente del suelo, a lo que se debe sumar la oxidación por efecto de la aireación. El impacto podría provocar que la capa orgánica experimente efectos de subsidencia, u otro, que con la información existente, no es posible de predecir con los antecedentes de la presente Consultoría. Este aspecto, que se estima no es relevante, puede ser abordado en un estudio de más detalle y que tenga dicho enfoque.

Algunas características químicas se modificarían por la construcción de los drenes (nuevo movimiento de agua y sales).

Las características físicas se modificarían por el movimiento de maquinaria (compactación y reducción de la permeabilidad), la construcción de drenes y el depósito de material de excavación (compactación y cambio de textura y estructura superficial). Este último efecto es de poca relevancia.

Aire: Se producirá una alteración de la calidad del aire, por un aumento temporal de las partículas sólidas en suspensión, en las etapas de construcción y operación, a través del movimiento de maquinaria y camiones, roce y despeje del terreno y limpieza de drenes y cauces naturales. Se estima de escasa relevancia, dado que los contenidos de humedad impedirán la emisión de partículas. No obstante, con la definición del proyecto puede ser un tema a estudiar en mayor detalle. La emisión de gases de los motores de combustión de los camiones y maquinaria, se estima de escasa significación.

También, se espera un aumento también temporal de los niveles de ruido en la etapa de construcción, principalmente.

b) Medio biótico

Los principales impactos sobre el medio biótico están dados en la etapa de construcción del sistema de drenaje.

Vegetación: Una primera etapa de impactos sobre la vegetación, en todos los ítemes considerados (cobertura, producción de biomasa y otros), se produce en la etapa de roce y despeje de terreno para la construcción de los drenes y para cambiar el uso del suelo. Además, el depósito del material de excavación, afectaría la cobertura vegetal y la regeneración de las especies.

No se prevé la construcción de caminos de acceso dado el alto nivel que actualmente presenta.

Fauna: En lo que respecta a la alteración de hábitat, este ítem se vería afectado de manera secundaria por alteración de la vegetación. Los efectos requieren de estudios más acabados en una etapa más avanzada.

Es indudable que los impactos sobre este medio pueden ser los significativos. Las posibles especies vulnerables se verían afectadas en sus ciclos reproductivos y comportamientos, si no se tomarán las medidas que han sido incorporadas al proyecto.

Procesos ecológicos : En lo que respecta a las cadenas alimentarias y los ciclos reproductivos, estos se verían afectados en las etapas de roce y despeje del terreno, y por la limpieza y/o excavación de cauces naturales.

c) **Medio Antrópico**

Los impactos identificados sobre este medio, en las distintas etapas del proyecto, tienen un carácter beneficioso y están relacionados con el aumento en la generación de empleos y de los ingresos. En la etapa de construcción son temporales mientras que en la etapa de desarrollo agrícola son de extensión prolongada.

No se espera en la etapa de construcción alteración de las costumbres de vida de las posibles poblaciones del área.

Población: El nivel de los empleos, y por lo tanto los ingresos económicos, se ve impactado positivamente desde la instalación de faenas, al inicio de la construcción, y hasta el término de estas. Esta demanda de mano de obra sería absorbida, dependiendo del grado de capacitación necesario en parte por la población de las zonas a drenar.

Actividades económicas: El efecto del valor del suelo no se modifica en la etapa de la construcción. Existiría un efecto positivo en la comercialización

Aspectos arqueológicos y culturales: Siempre que haya presencia de sitios o elementos arqueológicos-culturales, se verían afectados.

d) **Paisaje**

En lo referente al paisaje, tanto la calidad visual como la fragilidad visual, se verán afectadas en la etapa de construcción, desde la instalación de faenas, posteriormente desde el roce y despeje de terreno y hasta el término de las faenas.

10.7.5.2 Etapa de operación

La operación del sistema de drenaje es una etapa permanente o de muy larga duración, por lo que sus efectos se deben considerar de continua y/o ininterrumpida ocurrencia en el tiempo.

Esta etapa del proyecto presenta mínimos impactos sobre el medio ambiente, identificándose efectos sobre el medio físico y antrópico únicamente. El medio biótico ya ha sido impactado.

a) Medio físico

Por efecto del funcionamiento continuo del sistema de drenaje, se esperan efectos sobre la calidad química (movimiento de sales) y física (erosión inicial hasta la estabilización de los taludes), y sobre el flujo de agua superficial (intercepción de los drenes). El principal efecto es la modificación del flujo y nivel del acuífero, objeto del proyecto de drenaje.

También ocurriría una pequeña erosión de los taludes de los drenes en una primera etapa de operación, hasta su estabilización con vegetación o por su ángulo de inclinación.

Por efecto de la mantención periódica del sistema de drenaje, se vería afectada la calidad física (erosión), y por ello la sedimentación en cauces dentro del área de proyecto y también aguas abajo de éste.

b) Medio Antrópico

Se producirían efectos positivos en la salud (disminución de zancudos, efecto permanente), además de mejorar el empleo y los ingresos por efecto de la mantención de drenes. De poca relevancia se estiman estos impactos.

10.7.5.3 Proyecto de desarrollo

Los principales efectos esperados del proyecto de desarrollo agropecuario, se asocian al medio antrópico.

a) Medio físico

Se ve afectada la calidad química de las aguas superficiales, así como la calidad física y química del suelo, dado principalmente por el cambio en el patrón productivo, lo que implica la adopción de nuevas tecnologías, entre las cuales destaca el uso de agroquímicos.

b) Medio biótico

Se ve afectada sólo la vegetación, en sus aspectos de cobertura vegetal y producción de biomasa, dado principalmente por el cambio en el patrón productivo, además de favorecer la expansión de especies exóticas. Cabe señalar que el roce y despeje de la vegetación provoca el impacto de manera primaria.

c) Medio Antrópico

Como principal acción positiva, se espera un cambio en el patrón productivo agrícola, lo cual implica un abandono de las prácticas de cultivo y explotación tradicionales; introducción de nuevos cultivos, más productivos y de mayor rentabilidad, de nuevas variedades y la introducción de nuevas tecnologías productivas asociadas al nuevo escenario productivo. Además, se espera un cambio en las cadenas de comercialización de la producción agrícolas, con nuevos destinos de la producción; nuevos agentes de comercialización; y un aumento de servicios asociados.

Por el aumento del uso de maquinaria agrícola, se espera un aumento de la compactación del suelo.

Hay efectos directos sobre la población y las actividades económicas, dado principalmente por el cambio en los patrones productivos. Habría una tendencia al aumento del empleo y por ello de los ingresos económicos, todo esto asociado a un aumento en la comercialización de productos y servicios afines, todo alrededor de un nuevo escenario productivo. Paralelamente, el hecho de rehabilitar suelos con fines productivos, tendería a aumentar el valor de la tierra, lo que podría implicar cambios en la tenencia del suelo.

Cabe señalar que a mediano plazo comienza el incremento del valor del suelo. Más difícil de prever es la tenencia de la tierra. Para ello se requeriría de estudios específicos, que se estima no aporta al proyecto. Existiría un efecto positivo en la comercialización y la instalación de infraestructura productiva.

Finalmente, habría un efecto positivo en la salud de la población, ya que disminuiría la presión de insectos como los zancudos, al cortar el ciclo de permanente humedad en algunos sitios, aún cuando no es relevante. Por otro lado, al disponer de mayores ingresos, parte de ellos se prevé que se destinan a salud (efecto indirecto). La misma situación es extrapolable para vivienda.

En cuanto a los aspectos arqueológicos y culturales, siempre que se encuentran sitios o elementos en la zona, se esperan efectos negativos.

d) Paisaje

Se esperan cambios en la *calidad visual* del paisaje, debido a cambios en la composición florística (cambio en los patrones productivos), presencia de los drenes como elementos lineales que interrumpen la armonía del paisaje, con cambios variables dependiendo de la *fragilidad visual* de cada zona

10.7.6 Calificación de los impactos

A partir de los impactos potenciales que se identificaron anteriormente, a continuación se presentan los atributos para la clasificación de los impactos identificados anteriormente.

Así, identificados los posibles impactos, estos fueron valorados y calificados, con el fin de definir si dichos impactos son tolerables o no, si se requieren cambios en el proyecto, o la introducción de medidas de reparación, compensación o mitigación, y su posterior monitoreo.

Para los efectos de calificar los Impactos o Efectos identificados en el Estudio Evaluación de Impacto Ambiental se utilizaron los siguientes criterios básicos, presentados en el Cuadro N° 10.1, establecidos en su momento por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y que varias metodologías emplean, los que han sido adecuados para la presente Consultoría.

La matriz base (formato) utilizada en la evaluación de impactos ambientales se presenta, en el Cuadro N° 10.2, y la matriz con los resultados de dicha evaluación se presenta en el Cuadro N° 10.3.

**Cuadro N° 10.1
 Criterios de Calificación de Impactos o Efectos Identificados en el estudio**

Naturaleza del Impacto (N)		
+	Benéfico o Positivo	El impacto mejora las condiciones actuales del ambiente.
-	Dañino o Negativo	El impacto degrada las condiciones actuales del ambiente.
N	Neutro o No Produce Impacto	Cuando un impacto no altera las condiciones del ambiente.
x	Previsible, pero difícil de calificar sin estudios específicos	Por calificar de acuerdo a resultados del estudio específico.

Magnitud del Impacto en el Área (M)		
E	Específico	El área afectada por el impacto es inferior a 10 ha, o no afecta significativamente el ambiente.
L	Local	El área afectada por el impacto está comprendida entre 10 y 100 ha, o altera significativamente las condiciones del ambiente, pero puede ser atenuada hasta niveles insignificantes.
C	Comunal	El área afectada por el impacto está comprendida entre 100 y 1000 ha, o altera significativamente las condiciones del ambiente, pero puede ser atenuada hasta niveles insignificantes.

R	Regional	El área afectada por el impacto es superior a 10 ha, o el impacto consiste en alteraciones localizadas dispersas dentro de una región, o afecta significativamente las condiciones del ambiente y los impactos residuales permanecen aún después de ponerse en práctica las medidas de mitigación.
Intensidad del Impacto (In)		
E	Elevada o Alta	Cuando el impacto o acción altera más del 75% del valor ambiental estudiado.
M	Media	Cuando el impacto o acción altera entre el 40 y el 75% del valor ambiental estudiado.
B	Baja	Cuando el impacto o acción altera menos del 40% del valor ambiental estudiado.

Importancia del Impacto (Im)		
0	Sin importancia	El impacto no afecta al componente.
1	Menor	Efectos localizados y cambios sobre las condiciones del ambiente son perceptibles, pero insignificantes.
2	Moderado	Produce cambios en el ambiente, pero éstos pueden ser atenuados hasta el nivel menor o insignificante.
3	Mayor	Altera significativamente las condiciones del ambiente, ya sea positiva o negativamente; en caso de ser negativo, no puede ser atenuado a niveles insignificantes.

Tipo de Impacto (Ti)		
P	Primario	El impacto es consecuencia directa de la construcción, de la operación o del abandono del proyecto.
S	Secundario	El impacto es consecuencia indirecta de la construcción, de la operación o del abandono del proyecto.
A	Acumulativo	Cuando impactos individuales repetidos dan lugar a otros de mayor impacto.
Sn	Sinérgico	Cuando impactos individuales actuando en conjunto dan lugar a otros de mayor impacto.

Certeza del Impacto (C)		
S	Seguro	El impacto ocurrirá con una probabilidad mayor a 75%.
P	Probable	El impacto ocurrirá con una probabilidad entre 50 y un 75%.
I	Improbable	El impacto ocurrirá con una probabilidad entre 25 y 50%.
D	Desconocido	Se requiere de estudios específicos para evaluar la certeza del impacto.

Tiempo que demora en manifestarse el Impacto o Efecto (Tm)		
C	Corto plazo	Se manifiesta inmediatamente o dentro de los seis meses posteriores a la etapa pre-operacional/operacional.
M	Mediano plazo	Se manifiesta entre 6 meses y cinco años después de la etapa pre-operacional/operacional.
L	Largo plazo	Se manifiesta a los cinco años o más, después de la etapa pre-operacional/operacional.

Duración del Impacto (D)		
C	Corto plazo	Cuando la duración del impacto sobre el área expuesta es inferior a 3 - 5 años.
M	Mediano plazo	Cuando la duración del impacto alcanza entre 5 y 20 años.
L	Largo plazo	Cuando la duración del impacto es superior a 20 años.

Reversibilidad del Impacto (R)		
R	Reversible	Cuando los efectos del impacto sobre un área pueden ser atenuados recuperando la condición en que se encontraba antes de la construcción u operación, o si el impacto deja de provocar sus efectos cuando se detiene la actividad que lo provoca.
N	No Reversible	Cuando el impacto no puede ser atenuado hasta la condición de insignificante.

Cuadro N° 10.3
Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Medio	Item	Etapa del proyecto	Construcción	Construcción	Construcción	Construcción	Construcción	
		Acciones del Proyecto	Instalación e inicio de faenas	Transporte de materiales y equipos	Movimiento y traslado de maquinaria pesada	Rocío y despeje de terreno	Construcción de drenes	
			N M In Im Ti C Trm D R	N M In Im Ti C Trm D R	N M In Im Ti C Trm D R	N M In Im Ti C Trm D R	N M In Im Ti C Trm D R	
Medio físico	Aguas	Superficiales						- CB 1 P S C C R - CB 1 P S C C R + CB 3 P S C L N - CB 1 P S C C R
		Subterráneas						- CB 1 P S C C R - CB 1 P S C C R + CE 3 P S C L N
	Suelos y geomorfología	Forma del relieve					- CB 1 S P M M R	- CB 1 P S C L N - CB 1 S P M M R
		Erosión Características químicas Características físicas					- EB 1 P S C C R - EB 1 S S C C R - EB 1 P S C C R	- LB 3 P S C C N
	Aire	Calidad Ruido	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EM 2 P S C C R
Medio biótico	Vegetación	Cobertura vegetal Producción biomasa esp. Naturales Diversidad Expansión de especies exóticas						- CE 1 P S C L N - CE 2 S S C L N - CB 1 P S C L N - CB 1 S I M L N
		Fauna	Especies vulnerables Alteración y Cambio de hábitat	- EB 1 P P C C R	- EB 1 P P C C R	- EB 1 P P C C R		- EB 3 S I C L N - CB 1 P S C L N
	Procesos ecológicos	Cadenas alimentarias Ciclos reproductivos Pautas de comportamiento	- EB 1 S P C C R	- EB 1 S P C C R	- EB 1 S P C C R		- CM 2 S S C L N - CB 1 S P C L N	- CM 2 S S C L N - CB 2 P S C L N
Medio antropico	Población	Empleos e Ingresos Económicos Salud Vivienda	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ CB 2 P S C C R	+ CM 3 P S C C R
		Actividades económicas	Valor tierra Tenencia suelo Comercialización Infraestructura productiva		+ EB 1 P S M L R			
	Arqueología	Sitios arqueológicos	X				X	X
Paisaje	Calidad visual Fragilidad visual		- EB 1 P S C C R				- LB 1 P S C C R - LB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R - CB 1 P S C C R

Cuadro N° 10.3 (Continuación)
Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Medio	Item	Etapas del Proyecto		Construcción	Construcción	Construcción	Construcción	Operación
		Etapa del proyecto	Acciones del Proyecto	Limpieza y/o excavación de drenes existentes	Limpieza y/o excavación de cauce colector	Depósito material de excavación	Construcción de obras de arte asociadas al sistema de drenaje	Flujo aguas de drenaje
				N M In Im Ti C Trm D R	N M In Im Ti C Trm D R	N M In Im Ti C Trm D R	N M In Im Ti C Trm D R	N M In Im Ti C Trm D R
Medio físico	Aguas	Superficiales	Calidad química	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R			- CB 1 P S C L R
		Superficiales	Calidad física	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C M N		
	Subterráneas	Flujo de agua superficial	+ CB 1 P P C L R	+ CB 1 P P C L R				
		Sedimentación	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R				
Suelos y geomorfología	Suelos y geomorfología	Calidad química	- CB 1 P S C C R	- CB 1 S S C C R				- CB 1 S S C L R
		Calidad física	- CB 1 P S C C R	- CB 1 P S C C R				- CE 3 P S C L N
		Flujo y nivel del acuífero	+ CM 2 S S C C R	+ CM 2 S S C L R				+ CE 3 P S C L N
Aire	Aire	Forma del relieve			- EB 1 P S C C R			- CB 1 S P M M R
		Erosión						
Aire	Aire	Características químicas			- EB 1 P S C M N			
		Características físicas						
Aire	Aire	Calidad			- EB 1 P S C C R			
		Ruido			- EB 1 P S C C R			
Medio biótico	Vegetación	Vegetación	Cobertura vegetal	- EB 1 P S C C R	- EM M P S C C R	- EB 1 P S C C R		
			Producción biomasa esp. Naturales		- EM M P S C C R			
	Fauna	Fauna	Diversidad		- EB 1 P S C C R			
			Expansión de especies exóticas					
Procesos ecológicos	Procesos ecológicos	Especies vulnerables						
		Alteración y Cambio de hábitat		- EE 1 P S C L R	- EB 1 P S C C R			
Procesos ecológicos	Procesos ecológicos	Cadenas alimentarias		- EB 1 S S C L R				
		Ciclos reproductivos		- EB 3 S S C L R				
Procesos ecológicos	Procesos ecológicos	Pautas de comportamiento		- EM 2 S S C L R	- EB 1 S P C C R			
Medio antropico	Población	Población	Empleos e Ingresos Económicos	+ CB 1 P S C C R	+ CB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	
			Salud					
	Actividades económicas	Actividades económicas	Vivienda					+ CB 1 S P C L N
Valor tierra						+ EB 1 S P C L N		
Arqueología	Arqueología	Tenencia suelo						
		Comercialización						
Arqueología	Arqueología	Infraestructura productiva						
		Sitios arqueológicos						
Paisaje	Paisaje	Paisaje	Calidad visual	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	
			Fragilidad visual	- CB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	- EB 1 P S C C R	

Cuadro N° 10.3 (Continuación)
Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Medio	Item	Etapa del proyecto	Operación	Proy. Desarrollo Agrícola	Proy. Desarrollo Agrícola	Proy. Desarrollo Agrícola	Proy. Desarrollo Agrícola
		Acciones del Proyecto	Mantenimiento del sistema de drenaje	Cambio/Modificación en el patrón productivo	Aplicación/Introducción nuevas tecnologías	Cambio/Modificación cadenas comercialización	Aumento del transporte de productos
		Componentes Ambientales	N M In Im Ti C Trn D R	N M In Im Ti C Trn D R	N M In Im Ti C Trn D R	N M In Im Ti C Trn D R	N M In Im Ti C Trn D R
Medio físico	Aguas Superficiales	Calidad química	- CB 1 P P M L R	- CB 1 P P M L R	- CB 1 P S M L R		
		Calidad física	- CB 1 P S M L R		- CB 1 P S M L R		
	Subterráneas	Flujo de agua superficial	+ CB 1 P S C C R				
		Sedimentación	- CB 1 S S C C R		- CB 1 P S M L R		
Suelos y geomorfología	Superficiales	Calidad química	- CB 1 P P M L R	- CB 1 S P M L R	- CB 1 S P M L R		
		Calidad física					
	Subterráneas	Flujo y nivel del acuífero					
		Forma del relieve					
Aire	Geomorfología	Erosión			- CB 1 P P M L R		
		Características químicas			- CB 1 P S C L R		
		Características físicas					
Medio biológico	Vegetación	Calidad					
		Ruido					
		Cobertura vegetal					
Fauna	Procesos ecológicos	Producción biomasa esp. Naturales					
		Diversidad					
		Expansión de especies exóticas		- CB 1 S P M L R			
Procesos ecológicos	Vegetación	Especies vulnerables					
		Alteración y Cambio de hábitat					
		Cadenas alimentarias					
Medio antropico	Población	Ciclos reproductivos					
		Pautas de comportamiento					
		Empleos e Ingresos Económicos	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R	+ EB 1 P S C C R
Actividades económicas	Población	Salud		+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S S C L N	+ CM 2 S S C L N
		Vivienda		+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S S C L N	+ CM 2 S S C L N
		Valor tierra		+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S P M L N	+ CM 2 S S C L N	+ CM 2 S S C L N
Arqueología	Actividades económicas	Tenencia suelo		X S			
		Comercialización		+ CM 2 S S M L R	+ CM 2 S S M L R	+ CM 2 P S M L R	+ CM 2 P S M L R
		Infraestructura productiva		+ CE 3 P S M L R	+ CE 3 P S M L R		
Paisaje	Arqueología	Sitios arqueológicos					
		Calidad visual		- CB 1 P S C L N	- CB 1 S S C L N		
		Fragilidad visual		- CB 1 P S C L N	- CB 1 S S C L N		

10.8 Medidas de control y gestión ambiental

10.8.1 Consideraciones generales

De acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 12, letra e), de la Ley N° 19.300/94, todo Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental debe detallar "las medidas que se adoptarán para eliminar o minimizar los efectos adversos del proyecto o actividad y las acciones de reparación que se realizarán cuando sea procedente".

En el mismo sentido, el Artículo 12, letra h) del Decreto Supremo N° 30/97 reitera lo anterior especificando, además, que el Plan de Medidas de Mitigación, Reparación y/o Compensación debe estar compuesto por un Plan de Medidas de Mitigación, un Plan de Medidas de Reparación y un Plan de Medidas de Compensación, lo cual se analiza a continuación en el mismo orden, aún cuando en la presente Consultoría no está dando origen a un Estudio de Impacto Ambiental y, más bien, corresponde a un Análisis Ambiental del Proyecto de Drenaje integral de la zona baja del río Huasco.

10.8.2 Plan de medidas de mitigación

De acuerdo a lo indicado en el Artículo 59, del D.S. N° 30/97, las medidas de mitigación tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del Proyecto, cualquiera sea su fase de ejecución y deben considerar a lo menos lo siguiente:

- a) Las medidas que impidan o eviten completamente un efecto adverso significativo, mediante la no ejecución de una obra o acción, o de alguna de sus partes.
- b) Las que minimizan o disminuyen el efecto adverso significativo, mediante una adecuada limitación o reducción de la magnitud o duración de la obra o acción, o de algunas de sus partes, o a través de la implementación de medidas específicas.

El análisis de la calificación de los efectos derivados del Proyecto permite asegurar que no se presentan efectos adversos significativos y, por el contrario, se evidencian efectos benéficos en algunos casos, especialmente en lo relacionado con la generación de empleos y el desarrollo futuro de las áreas a drenar.

Los impactos negativos más significativos dicen relación con los potenciales efectos sobre la avifauna, sin embargo se han dispuesto medidas que permiten excluir sectores de vegas y pajonales, para el desarrollo de las aves.

10.8.3 Plan de medidas de reparación

De acuerdo a lo indicado en el Artículo 60, del D.S. N° 30/97, las medidas de reparación y/o restauración tienen por finalidad reponer uno o más de los componentes o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado, o en caso de no ser ello posible, restablecer sus propiedades básicas.

El análisis de la calificación de los efectos derivados del Proyecto permite asegurar que no se evidencian componentes o elementos del medio ambiente afectados, por lo cual no se considera necesario especificar un Plan de Medidas de Reparación.

10.8.4 Plan de medidas de compensación

De acuerdo a lo indicado en el Artículo 61, del D.S. N° 30/97, las medidas de compensación tienen por finalidad producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente a un efecto adverso identificado.

El análisis de la calificación de los efectos derivados del Proyecto permite asegurar que no se presentan efectos adversos significativos y, por el contrario, se evidencian efectos benéficos en algunos casos, por lo cual no se considera necesario **especificar** o **estimar** la elaboración de un Plan de Medidas de Compensación.

10.8.5 Medidas propuestas

A continuación se presenta un análisis de las medidas propuestas para los efectos ambientales que se consideraron más relevantes dentro del desarrollo del Proyecto. Estas medidas están consideradas para una etapa de prefactibilidad, y son la base de las consideraciones a tener en cuenta en una siguiente etapa (factibilidad), constituyéndose algunas de ellas en recomendaciones.

El orden de presentación corresponde a los efectos sobre el medio antrópico, posteriormente el medio biótico, el medio físico construido y finalmente los efectos que ocurrirían una vez que el sistema de drenaje entre en operación.

Además de los impactos señalados anteriormente, se pueden presentar otros, que en ésta etapa de la Consultoría resulta difícil de prever, pero que se deberá considerar en una etapa de factibilidad, como son las posibles expropiaciones o las servidumbres que podrá requerir un proyecto de drenaje integral.

Las expropiaciones y servidumbres no han sido incorporadas en las matrices de identificación y evaluación ya que son temas que deben quedar resueltos antes de iniciar el proyecto, con la instalación de las faenas. Sin embargo, se han propuesto algunas medidas, que son presentadas en el Cuadro N° 10.4

Cuadro N° 10.4
Medidas propuestas ante los impactos considerados

Impactos y/o efectos del Proyecto		Medidas a considerar
1	Problemas relacionados con las expropiaciones.	Efectuar estudios y evaluaciones socioeconómicas antes de ejecutar el Proyecto. Considerar alternativas que compensen a los propietarios. Lograr la participación plena de las comunidades y población local en la planificación y ejecución del Proyecto.
2	Alteración de las condiciones de vida de la población.	La construcción se debe realizar de forma de reducir al mínimo los efectos
3	Obstáculos al desplazamiento de personas, vehículos y maquinarias.	Establecer vías de paso; construcción de puentes.
4	Intrusión en zonas ecológicamente críticas.	Se han definido las zonas ecológicamente críticas, tal que emplazamiento del Proyecto reducirá al mínimo la intrusión en zonas delicadas o críticas. Se estudió la zonificación del uso de la tierra, para impedir incorporar al proyecto aquellas áreas que son hábitat de la avifauna, como así aquellas áreas que no sean aptas para la producción agrícola.
5	Reducción o alteración de poblaciones de fauna y flora silvestres.	La planificación del uso del suelo se describió en el ítem anterior. Las estrategias de ejecución de la construcción serán significativas para reducir al mínimo los impactos negativos sobre la fauna. Los impactos sobre la vegetación silvestre no se ha considerado significativo.
6	Compactación del suelo causado por el tránsito de maquinaria.	Limitar el uso de maquinaria.
7	Erosión de los drenes: aumento de Sedimentación aguas abajo.	Estructuras de descarga en los drenes principales para evitar la erosión y embancamiento en el piso de los drenes; estudiar los ángulos inclinados de los taludes y/o la posibilidad de siembra con especies herbáceas en los taludes de los drenes abiertos.
8	Limpieza de los drenes.	Mantener la limpieza de los drenes, que la cubierta herbácea no crezca desmesuradamente o especies vegetales que interrumpan el paso del agua (embancamiento).
9	Deterioro de la calidad del agua del río aguas abajo del proyecto.	Mejorar el manejo del agua, las prácticas agrícolas y el control de insumos (especialmente

Impactos y/o efectos del Proyecto	Medidas a considerar
10 Contaminación de las aguas subterráneas (aumento del contenido salino, los nutrientes y los productos agroquímicos) que pudiera afectar a terceros usuarios.	agroquímicos y fertilizantes químicos).

10.8.6 Seguimiento ambiental

El seguimiento ambiental debe estar enfocado al componente ambiental que podrían verse afectado, por lo cual el monitoreo debiera apuntar a la avifauna, tomando en consideración lo que la Ley N° 19.300 y su Reglamento señalan: el titular o responsable del proyecto debe realizar un seguimiento ambiental de los efectos características o circunstancias que dieron origen a ingresar al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental a través de un Estudio de Impacto Ambiental. Se propone, como aspectos a medir, la composición faunística y la abundancia relativa (CONAMA, 1996)⁹.

Además, se podría incluir un monitoreo de la calidad de las aguas efluentes al sistema de drenaje, para reconocer su calidad con la cual llega a las áreas más bajas. Los indicadores corresponderían a conductividad eléctrica como una medida de la salinidad y los macro-cationes y macro-iones, así como el pH. A lo anterior, se puede agregar los monitoreos de suelos, de modo de reconocer como evoluciona la concentración salina.

⁹ CONAMA. 1996. Metodologías para la caracterización de la calidad ambiental.

CAPÍTULO 11

REGISTRO AUDIOVISUAL

11.1 Registro Fotográfico

Para la realización de este Registro Fotográfico se siguió una metodología que tuvo como primer objetivo un reconocimiento preliminar del área de proyecto con la finalidad de conocerla en forma general, ubicando cada uno de los canales y drenes existentes.

Posteriormente estos canales y drenes fueron recorridos en forma individual, tratando de ubicar puntos singulares en cada uno de ellos que representasen de la mejor manera posible el estado actual de estas obras de riego y drenaje.

11.2 Video

El video muestra las distintas actividades desarrolladas en la Consultoría, es decir, una filmación detallada de los lugares, actividades y aspectos más relevantes del Estudio.